

**NELIVETOISEN SÄHKÖPYÖRÄTUOLIN
KEHITYSTYÖ**

Pekka Juhani Forsström

8.12.2000

IY 210-4

Abstract

The original aim of this study was to develop an electric system of a four-wheel drive electric wheelchair. However, the study evolved into many years' project which resulted in a product ready for serial manufacture.

The development methods used were largely based on experiments and testing which were carried out in real life situations. The planning of the electric system and the introduction of the actual realizations of it are emphasized in the report, but also other structures of the wheelchair are brought forward in a certain extent in order to form the complete picture.

The electric wheelchair is based on a chassis structure patented by Hannu Knuutinen. It has characteristics such as springing, shock absorbency, four-wheel drive and four-wheel steering. In addition to that the chassis structure runs along the inequalities of (driving) surfaces and in certain situations moderates inclinations. The behaviour of the chassis structure has been studied before by building different kinds of vehicles and trailers, mainly for cross-country usage.

The prototype of the electric wheelchair had been under construction in the Technical Institute of Kuopio and the aim was to develop a driving controller system for it. It was impossible to develop a system which would fulfill all the requirements, and the prototype was fitted with rudimentary controls in order to proceed into testing the characteristics of the chassis structure as soon as possible. The purpose was to develop the wheelchair in other parts and the same time look for ready and tested driving controller solutions. When one was found, it was installed into the prototype which was then taken into the Kuopio University Hospital for evaluation. A test model was developed for a disabled user based on the gathered feedback. A production model was developed and marketed after user feedback and it passed all the required tests.

Alkusanat

Tämän päättötyön aiheen minulle tarjosi työn valvojana toiminut yliopettaja, tekn. lis. Vesa Vauhkonen. Hänelle esitän kiitokset mielenkiintoisesta ja haastavasta lopputyöstä ja toisaalta pitkämielisyydestä näiden kuluneiden vuosien aikana. Alkeellisen prototyypin kehittäminen sarjatuotantokelpoiseksi tuotteeksi kesti melkein seitsemän vuotta.

Kiitokset esitän myös prototyypin valmistusvaiheessa mukana olleille ins. Ari Martikaiselle ja ins. Pekka Vihoselle. Lisäksi kiitän liikenneopettaja, keksijä Hannu Knuutista rakentavasta yhteistyöstä koekäyttölaitteen ja tuotantomallin suunnittelu- ja valmistusvaiheessa.

Lisäksi esitän kiitokset seuraaville henkilöille:

- ekon. Reijo Setälälle Kuopion Kaupungin elinkeinotoimistossa tehdystä taustatyöstä
- ins. Raimo Hätiselle Kutolin teknologiapalveluosastolla tehdystä taustatyöstä
- tekn. Martti Kiviselle Telmet oy:stä, jonka tiloissa koekäyttölaitte valmistettiin, ja jolta saatiin tiukkaa valmistusteknistä kritiikkiä ja neuvoja
- eläk., "kolmannen sektorin työntekijä" Petri Krooksille monipuolisesta käyttäjäpalautteesta
- ins. Jari Suuroselle koneteknisestä konsultaatiosta
- Olavi Venäläiselle Autorobot oy:stä tuotantomallin kehitysympäristön puitteista
- ja lukuisille muille eri tavoin auttaneille henkilöille.

Kuopiossa joulukuussa 2000

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	6
2	KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY	
	2.1 Erityissanasto ja synonyymit.....	7
	2.2 Pyörätuolista käytetyt nimitykset kehityskaaren aikana.....	7
3	TAUSTATIEDOT	
	3.1 Patentoitu alustarakenne.....	8
	3.2 Pyörätuoli-innovaation synty.....	9
	3.3 Prototyypin valmistusprojekti.....	10
	3.4 Prototyypin materiaali- ja komponenttivalinnat.....	12
	3.5 Painopisteen säätö.....	14
	3.6 Prototyypin perusosien sijainti.....	15
4	SÄHKÖJÄRJESTELMÄN JATKOKEHITYS	
	4.1 Sähköjärjestelmän kehityskohteet.....	16
	4.2 Vastusjarrutus.....	16
	4.3 Differentiaaliohjaus kaksivetoisessa sähköpyörätuolissa....	18
	4.4 Differentiaaliohjaus nelivetoisessa sähköpyörätuolissa....	20
	4.5 Servo-ohjaus	
	4.5.1 Karamoottorilla toteutettu servo-ohjaus.....	21
	4.5.2 Servo-ohjauksen toiminnan arviointi.....	24
	4.5.3 Tehokkaamman karamoottorin kokeilu.....	24
	4.6 Painopisteen säädön automatisointi.....	24
	4.7 Projektin loppuvaihe.....	25
	4.8 Ajo-ohjain Curtis PMC 1202A.....	26
5	PROTOTYYPIN TEKNINEN ARVIOINTI KYS:ssa	
	5.1 Yleistä.....	27
	5.2 Kommentit, niitä seuranneet päätelmät ja ratkaisut.....	27
	5.2.1 Kääntösäde ja kääntönopeus.....	27
	5.2.2 Pyörätuolin kaatumisvaara.....	27
	5.2.3 Maksiminopeuden säätö.....	28
	5.2.4 Jarrujen vapauttimet.....	29
	5.2.5 Jarrujen toiminta.....	29
	5.2.6 Peruutusnopeus.....	29
	5.2.7 Sulakkeet.....	29
	5.2.8 Ohjausyksikön siirreltävyyys ja virtalukon sijainti..	30
	5.2.9 Kaapelointien selkeys.....	30
	5.2.10 Hiilien tarkastettavuus.....	30
	5.2.11 Pyörän valkea keskiö.....	31
	5.2.12 Pyörän vanteen halkaistavuus.....	31
	5.2.13 Elektroniikkayksikön irrotettavuus.....	31
	5.2.14 Sivulaitojen säädöt ja jalkalautojen muunneltavuus..	31
	5.2.15 Alustaratkaisu ja maastoajo-ominaisuudet.....	31
6	KOEKÄYTTÖLAITTEEN VALMISTUS	
	6.1 Lähtökohdat koekäyttölaitteen valmistukselle.....	32
	6.2 Valmistusolosuhteet ja organisaatio.....	32
	6.3 Rakennerratkaisujen synty.....	32
	6.4 Runkorakenteiden materiaali- ja komponenttivalinnat	
	6.4.1 Metalliosat.....	33
	6.4.2 Muoviosat.....	35
	6.4.3 Vaimentimet.....	36
	6.4.4 Renkaat.....	37
	6.4.5 Istuin ja käsituet.....	38

6.5	Sähköjärjestelmä.....	39
6.6	Sähköjärjestelmän komponenttivalinnat	
6.6.1	Akut.....	40
6.6.2	Rele- ja elektroniikkayksikkö.....	41
6.6.3	Ohjausyksikkö.....	42
6.6.4	Ajomoottorit ja seisontajarrut.....	43
6.6.5	Painopisteen säädön karamoottori.....	44
6.6.6	Kaapelointi.....	44
6.6.7	Sulakkeet.....	45
6.6.8	Latausliitin ja virtalukko.....	46
6.6.9	Valo- ja äänimerkinantolaitteet.....	47
6.7	Dokumentaatio.....	48
6.8	Apuvälinemessut.....	48
6.9	Seurantavaihe.....	49
6.10	Huollot ja korjaukset.....	50
7	TUOTANTOMALLIN VALMISTUS	
7.1	Valmistusolosuhteet ja organisaatio.....	51
7.2	Nollasarja.....	51
7.3	Muoviosien muotoilu.....	52
7.4	CE-merkintä, normit ja standardit.....	53
7.5	Dokumentaatio.....	54
7.6	Sähköjärjestelmä.....	55
7.7	Sähköjärjestelmän komponenttivalinnat	
7.7.1	Akut.....	57
7.7.2	Ajo-ohjain Penny & Giles Pilot 50A.....	58
7.7.3	Kytkenkotelot.....	59
7.7.4	Ajomoottorit ja seisontajarrut.....	60
7.7.5	Ajomoottorien häiriönpoisto.....	61
7.7.6	Sivukotelon sähkölaitteet.....	62
7.7.7	Painopisteen säädön karamoottori.....	65
7.7.8	Kaapelointi.....	66
7.7.9	Valo- ja äänimerkinantolaitteet.....	68
7.8	Vaihtimet.....	70
7.9	Renkaat.....	71
7.10	Istuin ja käsituet.....	71
7.11	Ajo-ohjaimen ohjelmointi.....	72
7.12	Testaus.....	73
7.13	Riskianalyysi.....	74
7.14	EMC-testi.....	75
8	UUSI AJO-OHJAUSJÄRJESTELMÄ	
8.1	Ajo-ohjausjärjestelmän esittely.....	76
8.2	Sähköjärjestelmän uudet komponentit	
8.2.1	Power Module.....	79
8.2.2	Joystick Module.....	80
8.2.3	Actuator & Lighting Module.....	81
8.2.4	Pääjohtosarja ja akselikaapeli.....	82
8.3	Ajo-ohjausjärjestelmän ohjelmointi ja testaus.....	83
8.4	Käyttö- ja huolto-ohjeet.....	84
9	HYVÄKSYTTÄMINEN.....	86
10	NELIVETOISEN SÄHKÖPYÖRÄTUOLIN KEHITYSTYÖ	
10.1	Kehitystyön vaiheet.....	87
10.2	Kehityskohteita.....	88
10.3	Loppusanat.....	89
	LÄHTEET.....	90
	LIITTEET.....	92

1 JOHDANTO

Perinteiset sähköpyörätuolit ovat kaksivetoisia, ja niillä liikkumisessa on tiettyjä rajoituksia. Tässä työssä tutkitaan erityisen alustarakenteen soveltamista pyörätuolikäytössä. Tarkoituksena on kehittää laite, joka mahdollistaisi liikuntarajoitteisen henkilön omatoimisen liikkumisen vaikeammilla ajopinnoilla kuin mikä on mahdollista perinteisellä sähköpyörätuolilla.

Alustarakenteeseen perustuvia kokeiluprototia oli valmistettu jo aikaisemmin ja niitä testattaessa olivat sen edut käyneet ilmi. Näitä etuja ovat jousituksen ja iskunvaimennuksen tuoma ajomukavuus, nelivedon ja nelipyöräohjauksen mahdollistama etenemiskyky, alustan kyky vaimentaa kallistelua ja tähän liittyvä optimaalinen pito epätasaisilla ajopinnoilla.

Tämän päättötyön teko aloitettiin Kuopion teknillisen oppilaitoksen kone-laboratoriossa, jossa rakennettiin sähköpyörätuolin prototyyppiä, ja johon piti kehittää ajo-ohjausjärjestelmä. Koska projekti oli määräaikainen, kehitystyötä jatkettiin Telmet oy:n tiloissa. Tässä vaiheessa oli jo perustettu Chasswheel oy, jonka tarkoituksena oli tuottaa nelivetoinen sähköpyörätuoli. Myöhemmin siirryttiin Autorobot oy:n tiloihin.

2 KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

2.1 Erityissanasto ja synonyymit

Ajo-ohjain, elektroniikkayksikkö (tässä): Akustosta käyttöenergian ottava laite, joka ohjaa ajomoottorien toimintaa siihen kytketyn tai siinä olevan ohjaussauvan välityksellä.

Differentiaaliohjaus: Kahden moottoripiirin järjestelmä, jossa moottorien nopeusero aiheuttaa ajoneuvon ohjautumisen.

Jigi: Yleensä metallista valmistettu kiinniketyökalu, jonka tarkoituksena on pitää toisiinsa hitsattavat kappaleet paikallaan hitsauksen aikana.

Karamoottori: Moottori, jolla tuotetaan lineaarinen liike.

Ohjaussauva, joystick (tässä): Sähköpyörätuoleissa yleisimmin käytetty ohjauslaite, jolla pyörätuolia kiihdytetään, jarrutetaan ja ohjataan.

Ohjausyksikkö (tässä): Kotelo, johon on sijoitettu ohjaussauva, virta-kytkin, lataustilaa osoittava mittari ja muut mahdolliset käyttökytkimet ja merkkilamput.

Seisontajarrut, magneettijarrut (tässä): Moottorin akseliin vaikuttava jarru, jolla estetään moottorin ei-toivottu pyöriminen ulkoisen voiman vaikutuksesta. Jarru vapautetaan sähkömagneettisesti.

2.2 Pyörätuolista käytetyt nimitykset kehityskaaren eri vaiheissa

Prototyyppi (CW 1): Sähköpyörätuoli, joka valmistettiin patentoidun alustarakenteen toiminnan tutkimiseksi pyörätuolisovelluksessa.

Koekäyttölaite (CW 2): Erityissopimuksella KYS:lle toimitettu sähköpyörätuoli yksilölliseen käyttöön.

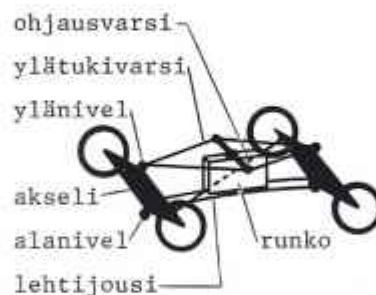
Tuotantomalli (CW 3): Tuotteistettu ja CE-merkitty sähköpyörätuoli.

3 TAUSTATIEDOT

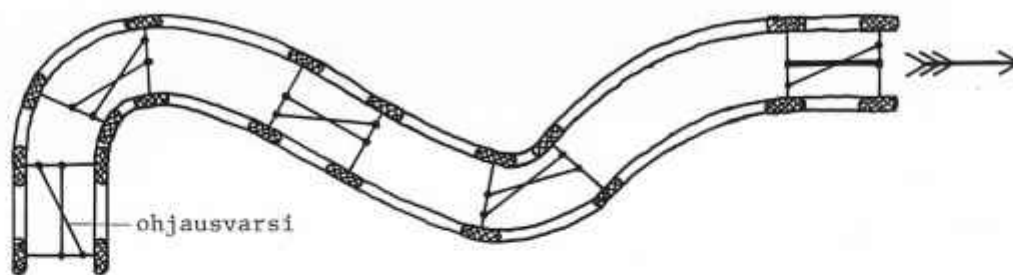
3.1 Patentoitu alustarakenne

Pyörätuolissa sovelletaan patentoitua alustarakennetta, joka soveltuu epätasaisille pinnoille tarkoitettuihin ajoneuvoihin. Patenttiasiakirja on liitteessä 1. Alustarakenteen ominaisuuksia ovat epätasaisista ajopintaa myötäilevä akselisto, jousitus ja iskunvaimennus. Akselit ovat nivelöidyt keskeltä, alaniivel on kiinnitetty lehtijouseen ja ylänivel kolmiomaiseen ylätukivarteeseen

(kuva 1). Akseleita yhdistää ohjausvarsi, jonka vaikutuksesta akselit kääntyvät ohjattaessa vastakkaisiin suuntiin. Kyseessä on eräänlainen nelipyöräohjaus, jossa etu- ja takapyörät kulkevat samaa uraa (kuva 2). Lisäksi ylätukivartret muodostavat vipumekanismin, jossa akselin sivuttainen kallistuminen aiheuttaa toisen akselin vastakkaisuuntaisen kallistumisen. Tällöin runko kallistuu vain puolet akselien kallistuskulmasta (kuva 3). Liitteessä 2 on Tekniikan Maaailma -aikakauslehdessä vuonna 1987 julkaistu artikkeli alustarakenteesta.



Kuva 1. Alustarakenne.



Kuva 2. Nelipyöräohjauksen toimintaperiaate.



Kuva 3. Akselien sivuttaisen kallistuksen toiminta.

3.2 Pyörätuoli-innovaation synty

Ajatus alustarakenteen soveltamisesta sähköpyörätuoliin syntyi SKAPA-messuilla Ruotsissa vuonna 1986. Kyseessä oli vuosittain järjestetyt keksintömessut, jossa Hannu Knuutinen esitteli keksintönsä pienoismallin ja "kokeiluproton" avulla. Lisäksi videonauhalla esitettiin kokeiluproton toimintaa sekä moottoroidulla versiolla ajoa talvisessa metsässä (kuva 4). Tuolloin oli jo tiedostettu alustarakenteen edut nimenomaan nelivetoisena. Pyörätuoli todettiin sopivan kokoiseksi ja hyödylliseksi tuotteeksi, kun kehitysprojektista päätettiin Kuopion Kaupungin Elinkeinotoimistossa vuonna 1992.



Kuva 4. Hannu Knuutinen esittelemässä patentoimaansa alustarakennetta.

3.3 Prototyypin valmistusprojekti

Projekti toteutettiin 3.5.1993 - 31.10.1993, jolloin Hannu Knuutinen oli työllistetty Kuopion Teknillisen Oppilaitoksen konelaboratorioon laboratoriomestarin vakanssiin. Konelaboratorio oli todettu sopivaksi kehitysympäristöksi, kun prototyypin valmistuspaikkaa etsittiin. Mukana projektissa olivat myös Ari Martikainen, joka teki alkuvaiheen sähkösuunnittelun sekä Pekka Vihonen, joka dokumentoi valmistettavan laitteen. Aikaisemmin oli jo valmistettu kuljetusvaunu, joka vastasi valmistettavan pyörätuolin mittasuhteita (kuva 5). Kuljetusvaunussa ei ollut jousitusta eikä iskunvaimennusta.



Kuva 5. Testauksissa käytetty kuljetusvaunu.



Kuva 6. Ajoneuvon istuin kiinnitettynä kuljetusvaunuun.

Testauksia varten hankittiin käytetty ajoneuvon istuin, joka kiinnitettiin kuljetusvaunun lavalle (kuvat 5 ja 6). Tällä "protolla" työryhmä työnteli toisiaan pihalla, ja näin vakuutettiin alustarakenteen soveltuvuudesta pyörätuoliin. Tämän jälkeen alkoi komponenttien etsintä, valinta sekä suunnittelu, jossa vuorottelivat piirustus, rakennus ja kokeilut. Prototyyppi valmistettiin käytännöllisesti katsoen kokonaan käsitöinä. Liitteessä 3 on Pekka Vihosen CAD-kuvia valmistetusta laitteesta.



Kuva 7. Hannu Knuutinen testaamassa "protoa".

3.4 Prototyypin materiaali- ja komponenttivalinnat

Pääasiallisina materiaaleina olivat teräsputket ja -levyt hitsattuina rakenteina. Prototyyppiä tehtäessä teräksen käyttö oli luonnollinen valinta valmistusteknisistä syistä. Myös oli tiedossa, että sähköpyörätuolin kokonaispainosta suuri osa tulee käyttäjän ja akkujen massasta (kuva 8).



Kuva 8. Sähköpyörätuolin kokonaispainon likimääräinen muodostuminen.

Ajomoottorityypiksi oli valittu saksalainen Dunker (kuva 9, liite 4). Kyseessä oli kestmagnetoitu tasavirtamoottori yhdysrakenteisella planeettavaihteistolla. Kierrosnopeus ja välityssuhde haettiin siten, että valitulla rengaskoolla saavutettaisiin noin 7 km/h ajonopeus. Valintaperusteena oli ollut tutustuminen eräisiin olemassa olleisiin sähköpyörätuoleihin. Koska kuormitus jakautuu kahden moottorin sijasta neljälle, voitiin valita suhteessa pienitehoisemmat moottorit. Rengaskoon ja -tyypin valintaperusteena oli kompromissi maavarasta, esteenylityskyvystä, huippunopeudesta ja saatavuudesta.



Kuva 9. Prototyypin ajomoottori. Vasemmassa päädyssä on seisontajarru.

Ajo-ohjaimiksi oli hankittu kaksi kotimaista valmistetta olevaa DC-ohjainta (kuva 10, liite 5). Ohjain perustui tasavirtakatkojaan ja oli tarkoitettu pienajoneuvoihin. Siinä ei kuitenkaan ollut hyötyjarrutusta, ja suunnanvaihto jouduttiin toteuttamaan relekytkennällä. Prototyypissä ohjaimet sijoitettiin akkulaatikon päälle kiinnitettyyn metallikoteloon, jossa oli myös suunnanvaihtoreleet ja tarvittavat liittimet.

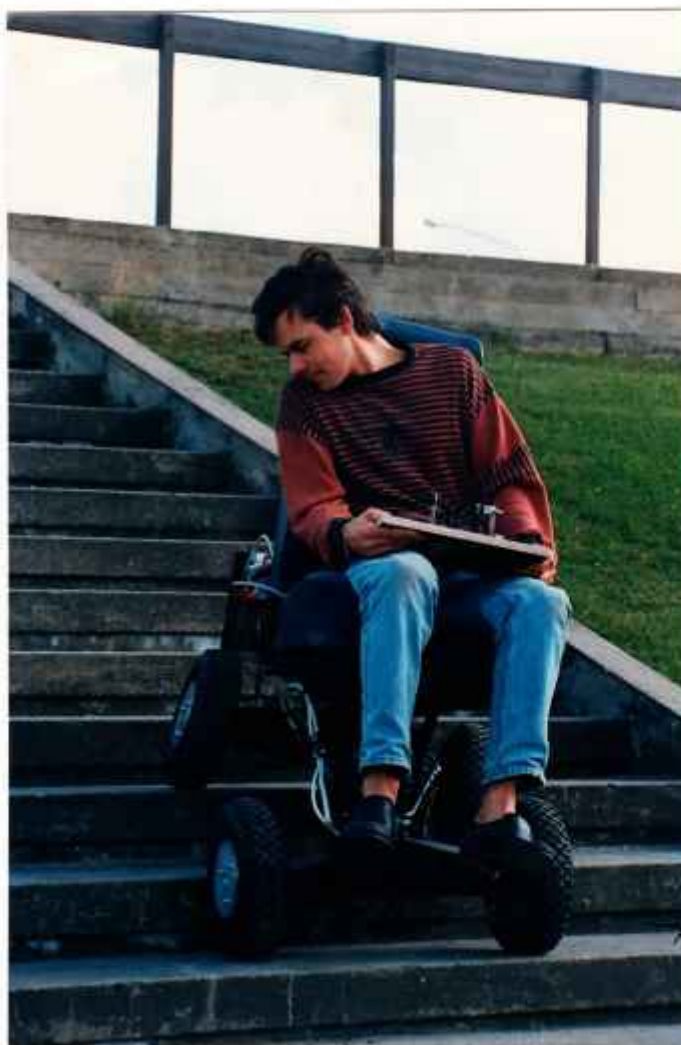
Ensimmäiset ajokokeilut tehtiin antamalla ohjaimille nopeusohjeet erillisillä potentiometreillä. Myöhemmin saatiin käyttöön kahden potentiometrin ohjaussauva (joystick).



Kuva 10. Prototyypin ajo-ohjain.

3.5 Painopisteen säätö

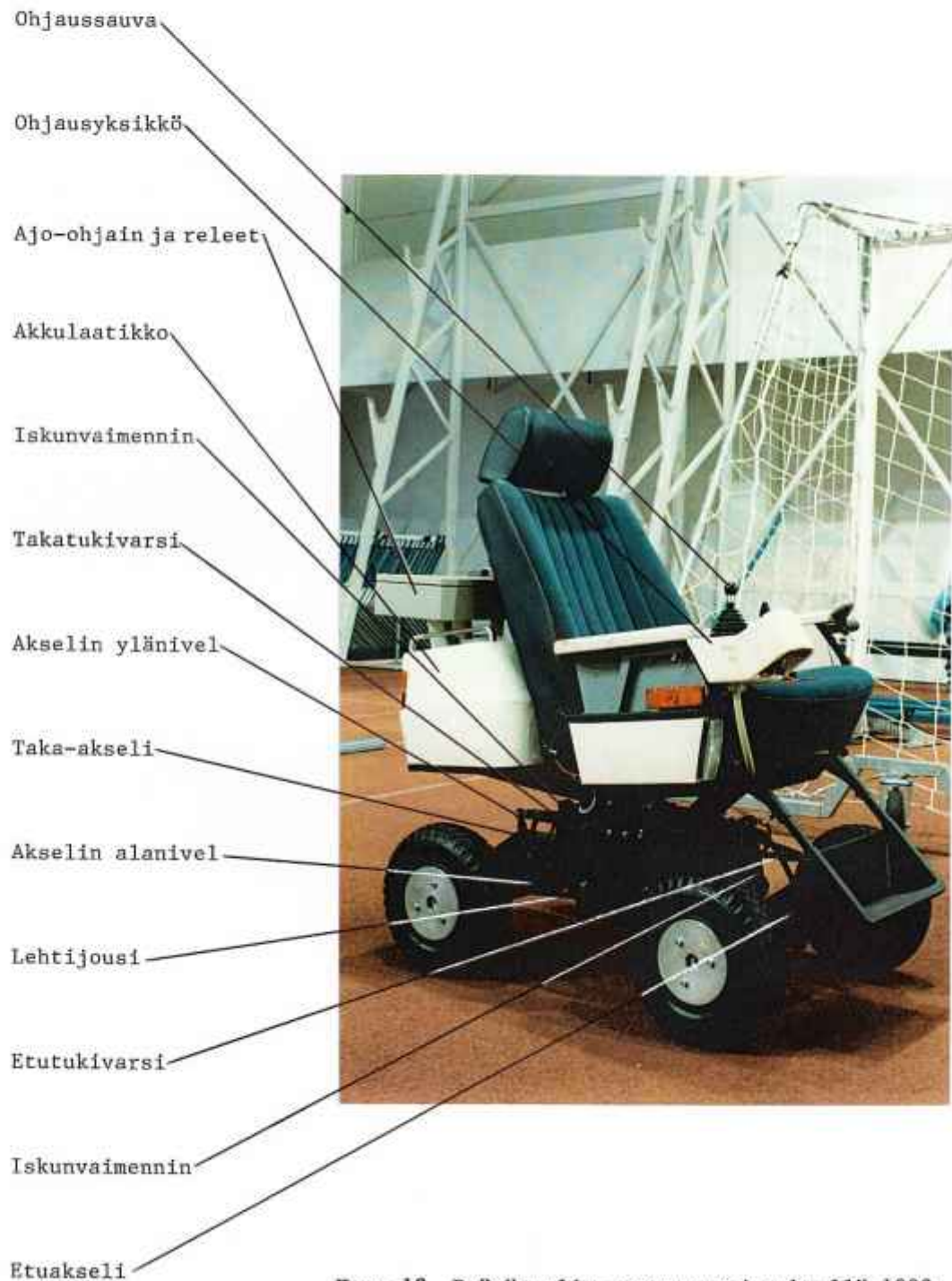
Prototyyppejä suunniteltaessa oli tiedostettu painopisteen säätömahdollisuuden hyödyllisyys. Edut oli nähty nimenomaan jyrkkiä mäkiä ajettaessa. Lisäksi tämä säätömahdollisuus helpotti esteiden ylitystä. Painopistettä pystyttiin säätämään karamoottorin käyttämällä vipumekanismissa, joka siirsi ja kallisti istuinta taaksepäin. Käyttökytkimenä toimi ohjausyksikköön sijoitettu vipukytkin. Painopistettä ei pystytty siirtämään perusasennosta eteenpäin, minkä takia jyrkempiä ylämäkiä pystyttiin nousemaan vain peruuttamalla. Taka-asennossa oli mahdollista jopa tulla hallitusti alas loivia portaita (kuva 11).



Kuva 11. Portaiden alasajoa prototyypillä, testaajana Ari Martikainen.

3.6 Prototyypin perusosien sijainti

Ottaessani pyörätuolin sähköjärjestelmän jatkokehityksen päättötyöni aiheeksi, oli pyörätuoli jo alkeellisessa ajokunnossa. Kuvassa 12 esitellään valmistetun prototyypin eräiden perusosien sijainti.



Kuva 12. Pyörätuolin prototyyppi syksyllä 1993. Eräiden perusosien sijainti ja nimitykset.

4 SÄHKÖJÄRJESTELMÄN JATKOKEHITYS

4.1 Sähköjärjestelmän kehityskohteet

Tutustuttuani prototyypin alustarakenteen toimintaan, tehtyihin materiaali- ja komponenttivalintoihin, oli vuorossa sähköjärjestelmän jatkokehitys. Prototyypissä olleilla ohjaimilla laitetta ei saatu ohjautumaan eikä hidastumaan hallitusti. Ohjaimet olivat muuten käyttökelpoisia alkuvaiheen testiajoihin, mutta niihin täytyi järjestää jarrutus.

Toinen kehitettävä laite oli servo-ohjain, jossa pyörätuolin kulkusuuntaa säättää akselistoon sijoitettu karamoottori. Ohjauslaitteena käytettäisiin samaa ohjaussauvaa, jolla pyörätuolin ajonopeutta säädetään.

Näiden laitteiden kehittämisen jälkeen olisi mahdollista koeajaa pyörätuolia ja saada selville alustarakenteen toimintaan liittyviä näkökohtia tässä sovelluksessa. Lisäksi koeajojen ja testausten perusteella olisi mahdollista tehdä päätös lopullisesta ohjausjärjestelmästä, ja todeta muiden materiaalien ja komponenttien soveltuvuus.

4.2 Vastusjarrutus

Prototyypin suunnanvaihto oli toteutettu relekytkennällä, mikä tottumattoman testaajan ajamana aiheutti äkillisiä virtapiikkejä moottorien virtapiireihin. Tätä tapahtui, jos ajosuuntaa vaihdettiin pyörätuolin vielä liikkeessä. Määrätyissä tilanteissa, kuten kaltevalla ajopinnalla oli miltei mahdotonta ajaa ilman tätä nykimistä, joka myös rasitti moottoreiden vaihteistoja.

Testiajajen helpottamiseksi ja konerikkojen välttämiseksi oli konstruoitava vastusjarrutus. Vastusjarrutuksella tarkoitetaan jarrutustapaa, jossa moottori toimii generaattorina, ja syntynyt energia muuttuu lämmöksi sopivasti mitoitettussa vastuksessa. Tällä menetelmällä liikettä ei saada täysin pysähtymään, ja muutenkin se on vanhansaikainen.

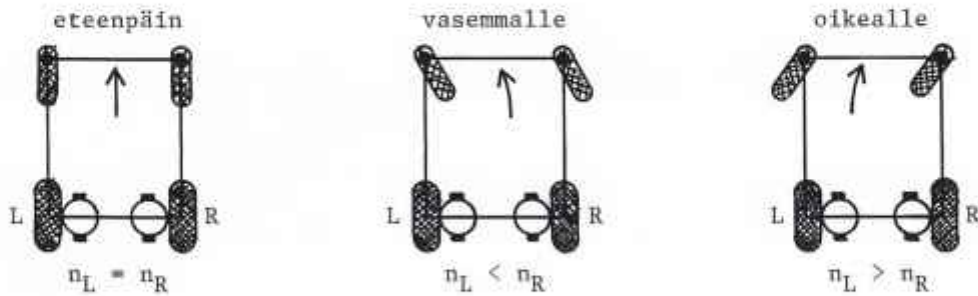
Sopivan kokoista vastusta ei ollut käytettävissä, mutta syntyi ajatus käyttää jarruvastuksina kahta 24 V 250 W halogeenilamppua. Hehkulamppu on vastuksena mielenkiintoinen epälineaarisuutensa ja hehkulangan lämpöaika-vakion takia. Jarrutus toteutettiin siten, että kun ohjaussauva palautui keskiasentoon, kytkeytyivät moottorit releiden kautta lampuihin. Tällä kokeellisella ratkaisulla saatiin aikaan suhteellisen tehokas, mutta pehmeä jarrutus. Lamput tuli tosin asennetuksi aluksi liian lähelle istuinta sillä seurauksella, että istuimen selkänojan takaosa kärventyi lampujen kohdalta (kuva 13).



Kuva 13. Lampujen aiheuttama vaurio istuimessa.

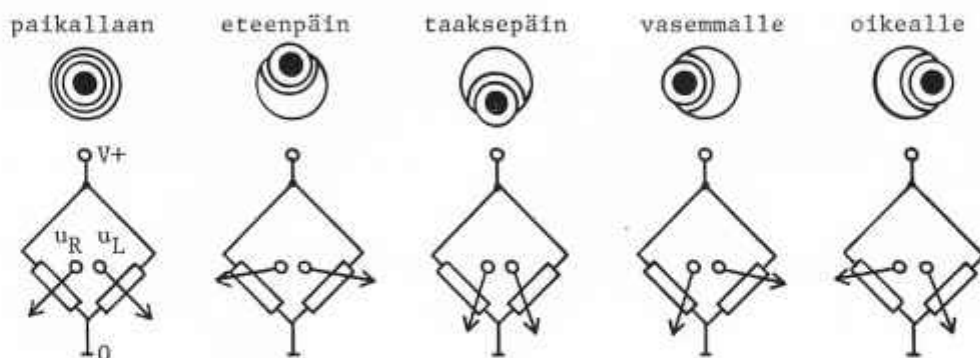
4.3 Differentiaali-ohjaus kaksivetoisessa sähköpyörätuolissa

Perinteisen kaksivetoisen sähköpyörätuolin ohjaus perustuu kahden vetävän pyörän nopeuseroon kahden muun ollessa vapaasti ohjautuvia (kuva 14). Sähköpyörätuolit ovat yleensä takavetoisia, mutta sama ohjausperiaate toimii myös etuvetoisissa.



Kuva 14. Kaksivetoisen sähköpyörätuolin ohjausperiaate.

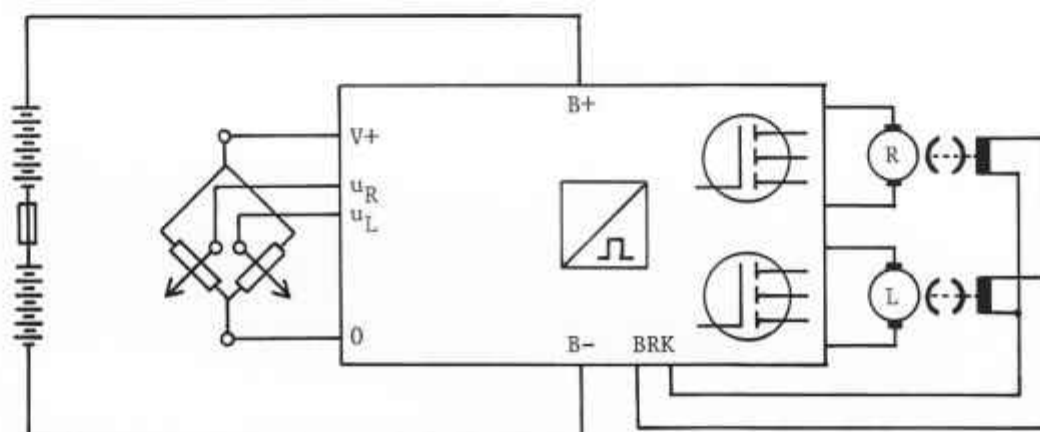
Ohjaimeksi tarvitaan kaksikanavainen laite, jota käytetään yleensä ohjaussauvalla, ja jossa on kaksi potentiometriä x- ja y-suunnassa. Ohjaussauva asennetaan sellaiseen asentoon, että potentiometriä resistanssi muuttuu yhtä paljon, kun sauvaa liikutetaan suoraan eteen tai taakse. Sivuttainen liike aiheuttaa nopeusohje-eron ($u_L \neq u_R$), johon ohjautuminen perustuu. Ohjaussauva palautuu jousivoimalla keskiasentoon, kun ote vapautetaan. Tällöin pyörätuoli hidastuu, pysähtyy ja erilliset seisontajarrut kytkeytyvät. Kuvassa 15 on esitetty ohjaussauvan eri asentoja vastaavat tilanteet.



Kuva 15. Ohjaussauvan toiminta differentiaali-ohjauksessa.

$V+$ on referenssi-jännite, esim. 10 V. u_L on ohjaimen vasenta ajomoottoria ohjaavan kanavan jänniteviesti ja u_R vastaavasti oikeaa. Paikallaan ollessa $u_L = u_R = V+/2$, eli 10 V referenssi-jännitteellä 5 V.

Sähköpyörätuolien ohjaimet perustuvat yleensä tasavirtakatkkojaan, jolla on hyvä hyötysuhde. Tällöin sovelletaan niin sanottua pulssinleveysmodulaatiota (PWM), ja katkontataajuus on hieman kuuloalueen yläpuolella. Tehopuolihohteina käytetään yleensä MOSFET -transistoreita, jotka ovat ihan-teellisiä komponentteja pienillä jännitetasoilla suhteellisen suurilla virroilla. Tasavirtamoottorin erinomaisista säätöteknisistä ominaisuuksista seuraa, että sähköpyörätuolien ohjausjärjestelmässä ei tarvita nopeus-takaisinkytkentää. Kuvassa 16 on esitetty kaksikanavaisen pyörätuoliohjai-men pelkistetty lohkokaavio.

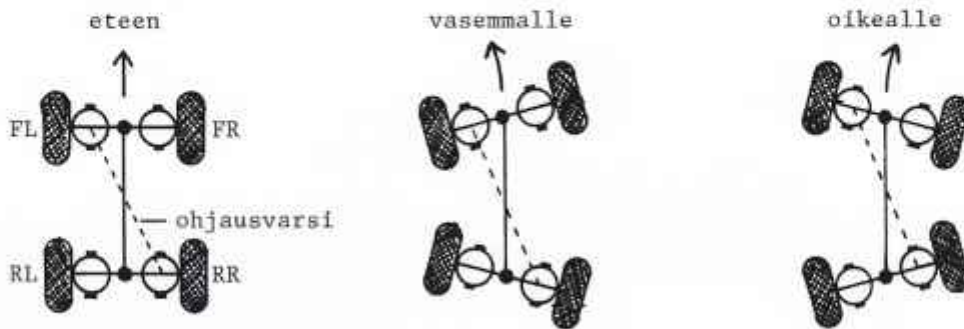


Kuva 16. Sähköpyörätuolin ohjausjärjestelmän pelkistetty lohkokaavio.

Ohjausjärjestelmä toimii siten, että kun ohjaussauva on lepotilassa (keskiasennossaan), moottorit eivät pyöri. Kun ohjaussauvaa liikutetaan hieman, ensin kytkeytyy jarruvirtapiiriin (BRK) jännite, jolloin seisontajarrut vapautuvat ja moottorit voivat pyöriä nopeusohjeiden u_R ja u_L mukaan. Kun ohjaussauva palautuu keskiasentoon, moottorit hidastuvat, ja kun nopeus on riittävän pieni, jarrupiiristä katkeaa jännite ja seisontajarrut kytkeytyvät. Neljän kvadrantin järjestelmässä on hyötöjarrutus kumpaankin suuntaan. Tämä parantaa säätödynamiikkaa ja lataa akkuja jarrutustilanteissa ja alamäkiajossa.

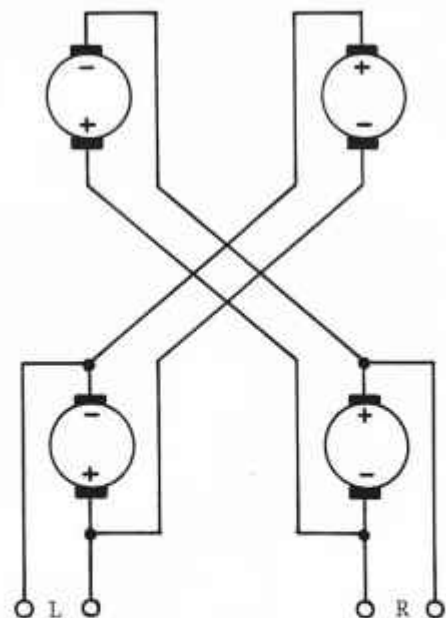
4.4 Differentiaali-ohjaus nelivetoisessa sähköpyörätuolissa

Kummassakin akselissa on kaksi samanlaista moottoria. Ohjausvarren vaikutuksesta kumpikin akseli kääntyy ohjattaessa yhtä paljon mutta vastakkaisiin suuntiin (kuva 17).



Kuva 17. Akseliston ohjausperiaate ja moottorien sijainti.

Moottorit on kytketty rinnakkain ristittäin siten, että oikean moottoripiirin muodostavat rinnankytketyt takaoikea (RR) ja etuvasen (FL) moottori. Vastaavasti vasemman moottoripiirin muodostavat rinnankytketyt takavasen (RL) ja etuoikea (FR) moottori (kuva 18). Työryhmä selvitti tämän ohjausperiaatteen toiminnan teoriassa jo prototyyppiä valmistettaessa, mutta ohjaimien puutteellisuuden takia sitä ei saatu toimimaan vielä tuolloin. Kytkennän haittapuolena on kaarreaossa ilmenevä saman moottoripiirin moottorien nopeuseroon verrannollinen kiertovirta. Ongelma osoittautui kuitenkin myöhemmin vähäiseksi.

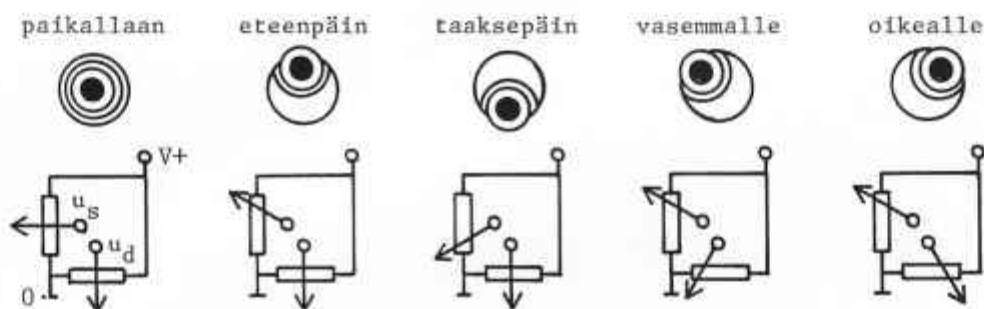


Kuva 18. Moottorien kytkentä.

4.5 Servo-ohjaus

4.5.1 Karamoottorilla toteutettu servo-ohjaus

Pyörätuolin ohjauslaitteena haluttiin kokeilla karamoottoria, joka kääntää akseleita. Karamoottoriksi valittiin Linakin tyyppi LA 22 (liite 6). Karamoottorin asennon tulisi vastata ohjaussauvan sivuttaista asentoa, eli kyseessä on niin sanottu servo-ohjaus. Tällöin ohjaussauva asennetaan sellaiseen asentoon, että ensimmäisen potentiometrin asento on verrannollinen ohjaussauvan eteen/taakse -asentoon. Tällä potentiometrillä annetaan ohjaimelle ajonopeusohje u_s . Toisen potentiometrin asento on verrannollinen ohjaussauvan sivuttaiseen asentoon. Tällä potentiometrillä annetaan ohjauskaramoottorille asento-ohje u_d . Kuvassa 19 on esitetty ohjaussauvan eri asentoja vastaavat tilanteet.



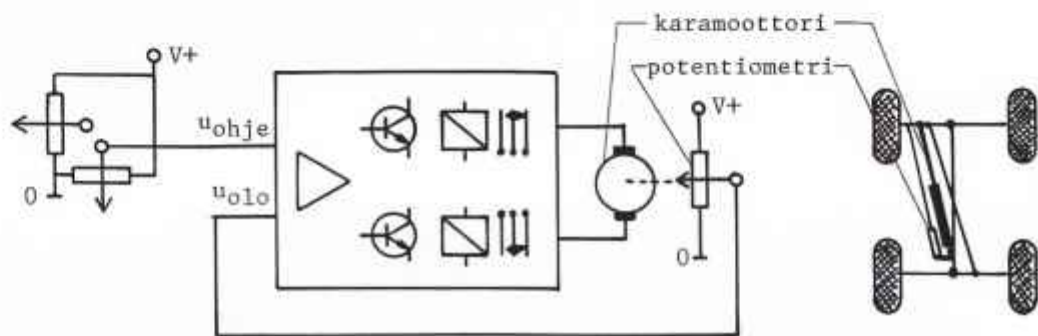
Kuva 19. Ohjaussauvan toiminta servo-ohjauksessa.

Prototyypin ohjaussauvaksi oli hankittu kahden potentiometrin joystick, joka oli lisäksi varustettu useilla mikrokytkimillä. Mikrokytkimillä oli toteutettu pyörätuolin suunnanvaihtoreleiden ohjaus. Laite oli erittäin korkealaatuinen: potentiometrit olivat muovijohdetyyppiset ja runko oli kevytmetallivalua. Kuvassa 20 on ilman mikrokytkimiä oleva versio kumipalje irrotettuna. Akselissa on kierrejoussi, joka palauttaa sauvan keskiasentoon kun ote vapautetaan.



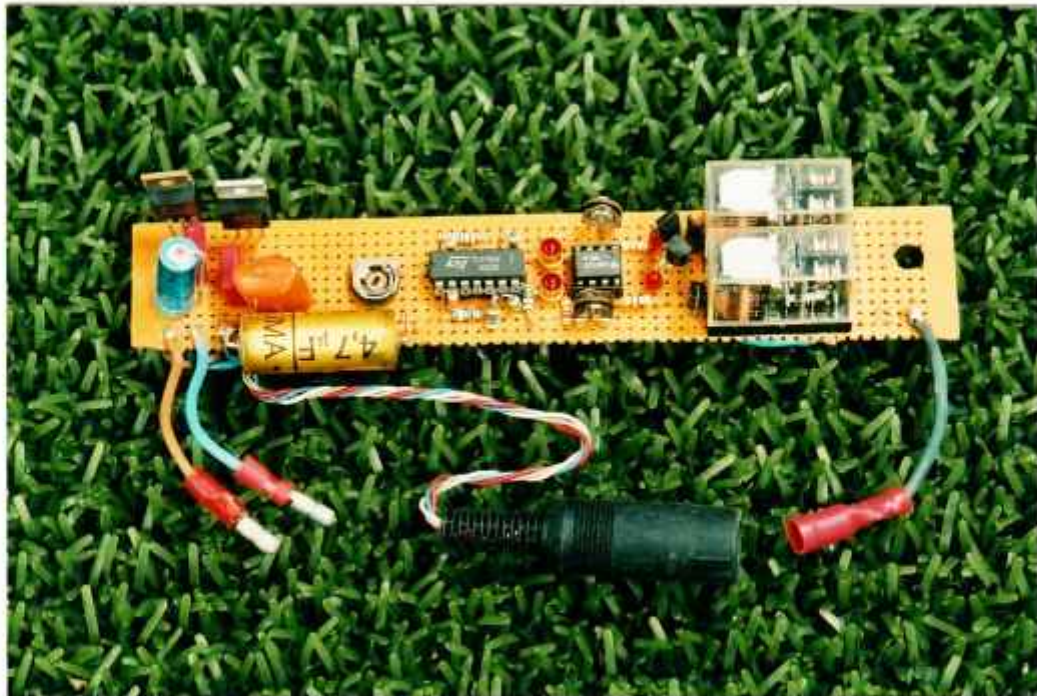
Kuva 20. Joystick.

Koska lopullinen ohjausjärjestelmä ei ollut tiedossa, ei ryhdytty kehittämään tai hankkimaan erityistä servo-ohjainta. Ohjaus toteutettiin alkeellisella instrumentointivahvistimeen perustuvalla kytkennällä [1, s.338], joka ohjasi karamoottoria releiden kautta. Servo-ohjaimen periaatteellinen rakenne on esitetty kuvassa 21. Käytännön toteutus tehtiin koekytken-tälevylle (kuva 22). Kuvassa 23 on karamoottorin asentoa mittaava potentiometri, niin ikään omavalmisteinen. Tällä alkeellisella ratkaisulla saatiin selvitettyä karamoottorilla toteutetun servo-ohjauksen ominaisuuksia. Ajatuksena oli perehtyä servo-ohjaukseen uudelleen, mikäli se valittaisiin lopulliseksi ohjausjärjestelmäksi.



Kuva 21. Servo-ohjaimen periaatteellinen rakenne.

Järjestelmä toimii siten, että releiden ohjaamana karamoottori ajautuu koko ajan sellaiseen asentoon, että $u_{ohje} = u_{ol0}$. Kytkentään tehtiin pieni hystereesi, jotta se ei värähtelisi. Tämä aiheutti ohjaukseen pienen asentovirheen, joka ei kuitenkaan haitannut testiajoja.



Kuva 22. Kokeellinen servo-ohjain.



Kuva 23. Omavalmisteinen asentoanturi.

4.5.2 Servo-ohjauksen toiminnan arviointi

Toteutuksen alkeellisuudesta huolimatta se mahdollisti koeajot, joita suoritettiin paljon käyttökokemusten kartuttamiseksi. Tässä vaiheessa pyörätuolia esiteltiin myös liikuntarajoitteisille henkilöille ja tarjottiin mahdollisuuksia koeajoihin. Tällöin saatiin palautetta todellisilta käyttäjiltä tuotekehitystä varten. Muutaman viikon aikana saatiin selville seuraavat ohjausjärjestelmän ominaisuudet:

Servo-ohjauksen edut:

- tarkka ohjaus
- laite säilyttää suuntansa
- melko voimakas ohjaus.

Servo-ohjauksen haitat:

- hidas ohjaus
- lisää energian kulutusta
- kallis.

4.5.3 Tehokkaamman karamoottorin kokeilu

Ensimmäinen karamoottori oli hidas ja kevytrakenteisuutensa takia lopulta vaurioitui testiajossa. Tästä syystä hankittiin nopeampi ja tehokkaampi karamoottori, Linakin malli LA 32 (liite 7). Karamoottori oli lisäksi varustettu sisärakenteisella potentiometrillä takaisinkytkentää varten. Testejä jatkettaessa osoittautui kuitenkin, että tälläkään karamoottorilla ei saatu toteutettua riittävän nopeaa ohjausta.

4.6 Painopisteen säädön automatisointi

Prototyyppejä kehitettäessä syntyi ajatus painopisteen säädön automatisoinnista, joka perustuisi alustan lehtijousen taipuman mittaamiseen. Taipumaa mitattaisiin etu- ja takapäältä, ja painopistettä säätävä karamoottori ajautuisi sellaiseen asentoon, jossa taipumat ovat yhtä suuret. Kehitystyöstä kuitenkin luovuttiin, koska järjestelmän tiedostettiin saattavan tuottaa vaaratilanteita. Painopisteen säätö toteutettiin jatkossakin erillisellä palautuvalla käyttökytkimellä. Tällöin liike lakkaa, kun ote vapautetaan.

4.7 Projektin loppuvaihe

Prototyypin valmistusprojektin loppuvaiheessa pohdittiin mahdollisuuksia suunnitella ja valmistaa koko ajo-ohjausjärjestelmä itse. Projektin kuluessa oli kuitenkin käynyt selväksi, että jatkuvasti tiukkenevien vaatimusten takia olisi löydettävä valmis testattu ratkaisu. Tästä syystä keski-tyttiin koeajoihin ja muuhun tuotekehitykseen. Projektin päättymistä seuranneena talvena ajettiin noin 500 kilometriä vaihtelevissa olosuhteissa. Tästä on esimerkkinä kuva 24.

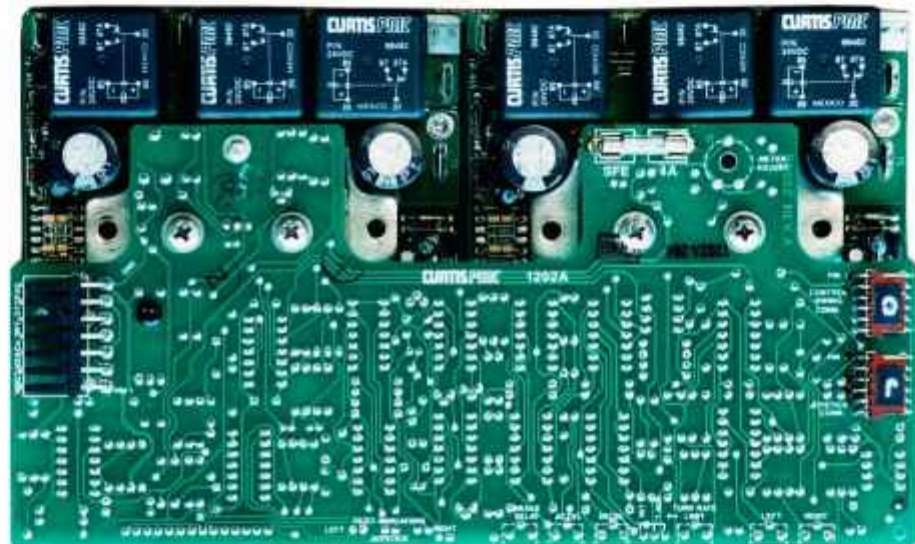
Tehdyillä materiaali-, komponentti- ja rakenneratkaisuilla saatiin osoitettua alustarakenteen soveltuvuus pyörätuolikäyttöön. Rakenteita olisi kuitenkin yksinkertaistettava tuotannollisista syistä. Suurimmaksi rakenteelliseksi muutostarpeeksi todettiin painopisteen säädön toteuttamisperiaate. Painopistettä tulisi pystyä säätämään enemmän eteenpäin, koska pyörätuolin todettiin olevan liian takapainoinen. Muotoiluun tulisi myös syventyä ja etsiä sille ulkopuolinen tekijä. Tästä oli jo käyty alustavia neuvotteluja Kuopion käsi- ja taideteollisuusakatemian kanssa.



Kuva 24. Testiajoa talvisissa olosuhteissa.

4.8 Ajo-ohjain Curtis PMC 1202A

Suoritettujen tiedustelujen jälkeen löydettiin sopivalta vaikuttanut ajo-ohjain, Curtis PMC 1202A (kuva 25, liite 8), joka oli tarkoitettu differentiaaliohjausperiaatteella toimiviin sähköajoneuvoihin. Laite oli nelikvadranttinen, eli siinä oli hyötyjarrutus molempiin suuntiin. Suunnanvaihto oli tosin toteutettu releillä. Mallisarjasta valittiin vastaavan kokoinen yksikkö, kuin mitä oli käytetty prototyypissä. Laite saatiin testattavaksi alkuvuodesta 1995 ja asennettiin prototyyppiin.



Kuva 25. Ajo-ohjain Curtis PMC 1202A.

Laite osoittautui soveltuvan hyvin pyörätuolin ohjaimeksi, ja sillä saatiin toteutettua alustarakenteen vaatima nelipyöräohjaus. Ohjauksella oli se haitta, että ajosuunta muuttui toispuoleiseen esteeseen törmätessä. Järjestelmällä oli kuitenkin niin paljon etuja, muun muassa ohjauksen nopeus ja yksinkertaisuus, että testien jälkeen luovuttiin servo-ohjauksen jatkokehityksestä.

5 PROTOTYYPIN TEKNINEN ARVIOINTI KYS:ssa

5.1 Yleistä

Kesäkuussa 1995 prototyyppi toimitettiin Kuopion yliopistollisen sairaalan apuvälinehuoltoon arvioitavaksi. Teknisen tarkastuksen suoritti vanhempi ammattimies Jarkko Kokkonen. Saadut kommentit on esitetty liitteessä 9. Tässä luvussa käydään läpi esille tulleet asiat ja niistä seuranneet päätelmät. Lisäksi esitetään toimenpiteet ja ratkaisuperiaatteet. Prototyypin ei tehty enää muutoksia, vaan ratkaisut otettiin käyttöön koekäyttölaitteessa, jonka valmistaminen oli jo aloitettu. Osa ratkaisuista on selvitetty tarkemmin koekäyttölaitteen valmistuksen yhteydessä luvussa 6.

5.2 Kommentit, niitä seuranneet päätelmät ja ratkaisut

5.2.1 Kääntösäde ja kääntönopeus

Perinteisessä sähköpyörätuolissa on kaksi vetävää ja kaksi vapaasti ohjautuvaa pyörää. Tämä mahdollistaa kääntymisen miltei paikallaan. Tästä syystä on ymmärrettävää, että suurempi kääntösäde koetaan ongelmaksi; joudutaanhan tekemään peruutusliikkeitä enemmän. Kääntösädettä pienennettiin lisäämällä akselien kääntymistä. Kääntösäteen pienentämistä rajoittaa etuakselin osuminen jalkatukeen ja toisaalta kaatumisvaaran lisääntyminen. Näiden syiden takia jouduttiin etsimään kompromissiä.

Kääntymisen hitaus aiheutui suhteellisen hitaaksi säädetyistä kääntönopeudesta. Akselien kääntymiseen perustuvasta ohjauksesta aiheutuu, että mikäli kääntönopeus säädetään liian nopeaksi, syntyy käyttäjän korjausliikkeiden seurauksena helposti eräänlainen värähtelyilmiö, jolloin pyörätuoli kiemurtelee yritettäessä ajaa suoraan. Koska ajoparametrien säätö voidaan tehdä käyttäjäkohtaisesti, haetaan optimiarvot sovitustilanteessa.

5.2.2 Pyörätuolin kaatumisvaara

Prototyypissä oli painopisteen säätömahdollisuus, mutta rakenneratkaisujen vuoksi laite oli tietyissä tilanteissa liian takapainoinen. Kaatumisesteiden (joita on käytössä eräissä pyörätuoleissa) sijoittaminen todettiin erittäin ongelmalliseksi ja haittaavan pyörätuolilla ajoa.

Kaatumisvaaraa pienennettiin vähentämällä takapainoisuutta ja toteuttamalla pituussuuntainen painopisteen säätö, jossa istuin liikkui kiskojen varassa runkoon nähden. Rakenteet suunniteltiin siten, että normaalipainoisella käyttäjällä painopisteen ollessa keskiasennossa painonjakauma on 50/50 % (etuakseli/taka-akseli). Tämä määritettiin kokeellisesti (kuva 26).



Vaaka

Akkujen painoa
vastaava kappale

Kuva 26. Painopisteen kokeellista määrittystä.

5.2.3 Maksiminopeuden säätö

Sähköpyörätuoleissa on yleensä säätölaite, jolla voidaan rajoittaa maksiminopeutta, kun ohjaussauva on ääriasennossaan. Merkitys on siinä, että ohjaussauvalle saadaan parempi toiminta-alue hitaassa ajossa, esimerkiksi sisätiloissa. Prototyypissä ei ollut tätä säätömahdollisuutta. Maksiminopeuden säätö toteutettiin potentiometrillä, joka sijoitettiin ohjausyksikön ohjaussauvan etupuolelle (kappale 6.6.3).

5.2.4 Jarrujen vapauttimet

Turvallisuussyistä sähköpyörätuolien moottoreissa on seisontajarrut, jotka estävät pyörätuolin liikkumisen silloin kun sillä ei ajeta. Vika-, huolto- tms. tilanteessa jarrut on kuitenkin pystyttävä vapauttamaan mekaanisesti, jotta pyörätuolia pystyttäisiin työntämään. Prototyypistä nämä vapauttimet puuttuivat. Koekäyttölaitteen jarrujen vapauttimet toteutettiin varustamalla moottorit napavapautuslaitteilla, jotka suunniteltiin itse. Kun jarrut vapautetaan navasta, on pyörätuolin työntäminen erittäin helppoa, koska moottorit ja vaihteistot eivät pyöri mukana. Toisaalta ohjaaminen on hankalaa, koska alustarakenteessa ei ole ohjautuvia pyöriä kuten perinteisissä sähköpyörätuoleissa. Tätä ei kuitenkaan pidetty liian suurena ongelmana.

5.2.5 Jarrujen toiminta

Jarrutusviiveen säätöön ei ollut paneuduttu riittävästi. Toisaalta jarrutuksen pitäisi olla pehmeä, mutta jarrutusmatka ei saisi olla liian pitkä. Koekäyttölaitteen valmistuttua ajokuntoon tutkittiin jarrutuksen säädön vaikutusta eri tilanteissa.

5.2.6 Peruutusnopeus

Pyörätuolin peruutusnopeuden tulisi olla noin puolet eteenpäinajonopeudesta. Käytössä ollut ohjain ei rajoittanut nopeutta riittävästi peruutus-tilanteessa. Ongelma ratkaistiin alkeellisesti rajoittamalla ohjaussauvan liikerataa peruutusasennoissa.

5.2.7 Sulakkeet

Prototyypin sähköjärjestelmä oli erittäin keskeneräinen, eikä pääsulaketta ollut sijoitettu nimenomaan akkujen väliin. Koekäyttölaitteen virtapiirien suojaukseen kiinnitettiin paljon huomiota. Sulakeratkaisut on selvitetty tarkemmin kohdassa 6.6.7.

5.2.8 Ohjausyksikön siirreltävyyden ja virtalukon sijainti

Ohjausyksikköä pystyttiin siirtämään vain pituussuunnassa, mikä ei tietenkään ollut riittävää. Koekäyttölaitteessa ohjausyksikölle varattiin mahdollisuus oikea- ja vasenkätiseen asennukseen sijoittamalla kiinnikkeet kummallekin puolelle istuinrunkoa. Ohjausyksikön varteen tehtiin kaksi niveltä asentovariaatioiden lisäämiseksi.

Prototyypin virtalukkona toimi päävirtakytkin, joka oli sijoitettu akkulaatikon takaosaan. Tämä oli turvallisuussyistä asennettu mahdollisimman lähelle akkuja. Koekäyttölaitteeseen tehtiin yhdistetty latausliitin ja virtalukko (kappale 6.6.8).

5.2.9 Kaapelointien selkeys

Prototyypissä kokeiltiin useita sähköjärjestelmän variaatioita. Tästä syystä johdotus oli erittäin sekava. Koska laitteessa on paljon toisiinsa nähden liikkuvia osia, on toimivan kaapeloinnin järjestäminen hankalaa. Koekäyttölaitteen kaapeloinnin toteutus on selvitetty kohdassa 6.6.6.

5.2.10 Hiilien tarkastettavuus

Prototyypissä käytettyjen ajomoottorien hiilien tarkastus edellytti moottorien avaamista. Hiilet ovat huoltokohde, joten helppo luoksepäästävyys olisi suotavaa. Koekäyttölaitteen ajomoottorien hiilet olivat tarkastettavissa avaamalla moottorin kotelossa olevat muovikannet. Koska moottorit sijoitettiin akselina toimivan putken sisälle, tehtiin putkeen kumitulvilla suljetut reiät, joiden kautta huolto olisi suhteellisen helppoa (kuva 27).



Kuva 27. Koekäyttölaitteen ajomoottorin hiilen tarkastusaukko ja kumitulppa.

5.2.11 Pyörän valkea keskiö

Prototyypin pyörän vanne oli omavalmisteinen ja oli ymmärrettävää, että se herätti epäilyksiä; ovathan pyörät keskeinen huoltokohde. Koekäyttölaitteen pyörät tehtiin soveltaen teräspeltistä vakiovannetta.

5.2.12 Pyörän vanteen halkaistavuus

Halkaistava vanne helpottaa rengastöitä huomattavasti. Koekäyttölaitteeseen ei vielä kehitetty halkaistavaa vannetta, koska se ei ollut ehdoton vaatimus.

5.2.13 Elektroniikkayksikön irrotettavuus

Elektroniikkayksikön helppo irrotettavuus on oleellinen vaatimus. Tällöin voidaan vikatapauksissa saada pyörätuoli nopeasti ajokuntoon uudella tai tehdashuolletulla vaihtoyksiköllä. Koekäyttölaitetta suunniteltaessa otettiin huomioon tämä vaatimus (kappale 6.6.2).

5.2.14 Sivulaitojen säädöt ja jalkalautojen muunneltavuus

Prototyyppi valmistettiin nimenomaan alustarakenteen toimivuuden testaamiseksi pyörätuolikäytössä. Tässä vaiheessa ei vielä syvennytty näihin lopputuotteessa oleellisiin seikoihin. Koekäyttölaitteen jalkatukeen ja käsitukiin tehtiin säätömahdollisuuksia käyttäjäkohtaisen sovittamisen helpottamiseksi. Koska loppukäyttäjä oli tiedossa, voitiin hänen mielipiteitään ottaa huomioon kehitystyössä.

5.2.15 Alustaratkaisu ja maastoajo-ominaisuudet

Saatu positiivinen palaute kannusti jatkamaan kehitystyötä.

6 KOEKÄYTTÖLAITTEEN VALMISTUS

6.1 Lähtökohdat koekäyttölaitteen valmistukselle

Kuopion yliopistollisen sairaalan kanssa käytiin neuvotteluja koekäyttölaitteen toimittamisesta. Tiedossa oli tuleva käyttäjä, joka oli kiinnostunut prototyypin ominaisuuksista. Lisäksi oli mahdollista saada palautetta ammattihenkilöstöltä jo suunnitteluvaiheessa. Prototyypin teknisessä arvioinnissa (luku 5) saatu kritiikki toimi myös suunnittelun pohjana. Pyörätuolin kehittäminen julkisten hankintakriteerien mukaiseksi tiedotettiin vaativaksi prosessiksi [2]. Tässä vaiheessa oli jo perustettu Chasswheel oy, joka toimi Telmet oy:n tiloissa Kuopion Kelloniemessä.

6.2 Valmistusolosuhteet ja organisaatio

Telmet oy:n laaja konekanta ja ammattihenkilökunnan apu mahdollistivat monimutkaistenkin osien valmistuksen. Metallirakenteiden pääsuunnittelijana toimi Hannu Knuutinen. Oma osuuteni oli pääasiassa sähkösuunnittelu, mutta projektin aikana osallistuin yhä enemmän muuhunkin suunnitteluun sekä testauksiin. Tarvittavat poraukset, hitsaukset ja hionnat teimme myös itse.

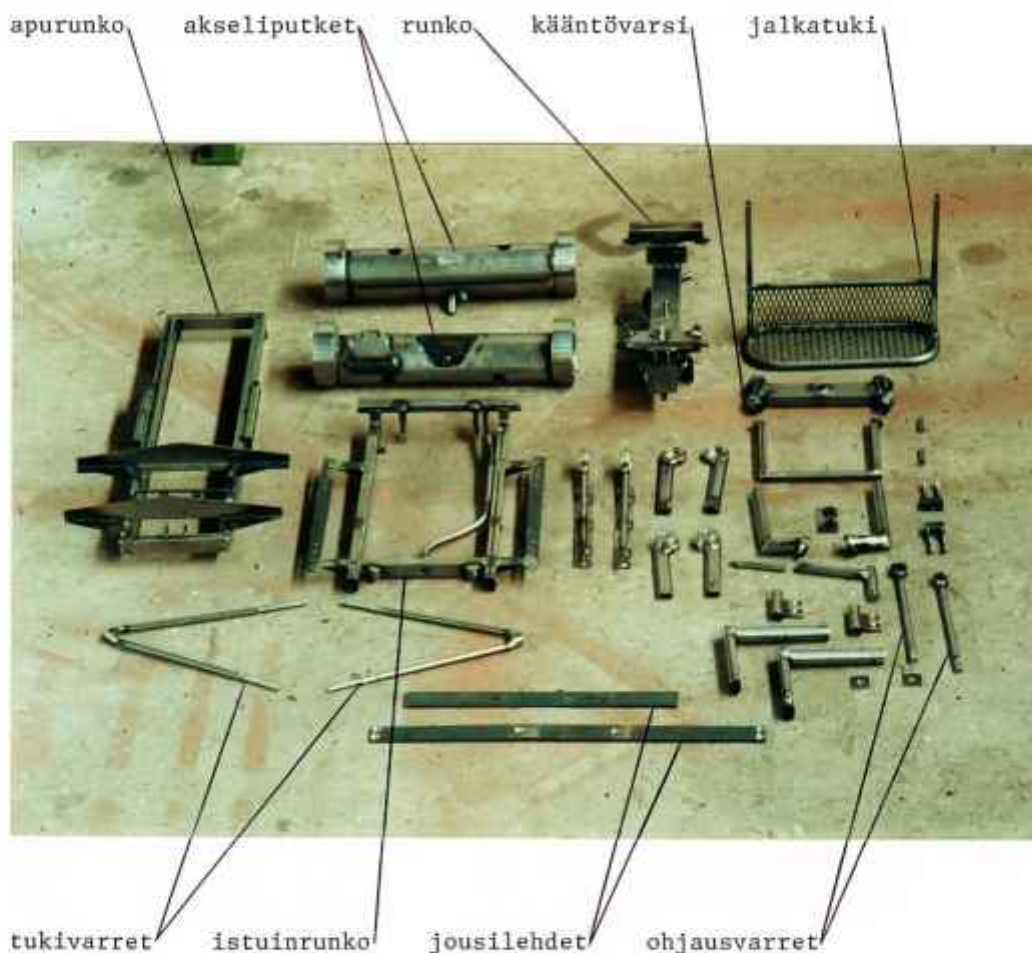
6.3 Rakeneratkaisujen synty

Kun KYS:lta saatiin palaute, mietittiin välittömästi ratkaisuvaihtoehtoja esille tulleisiin ongelmiin. Kyseisten ongelmien ratkaisut on jo osittain esitetty luvussa 5. Perusrakenteeltaan koekäyttölaite pohjautui prototyyppiin, mutta rakenteita saatiin yksinkertaistettua. Suurin rakenteellinen muutos oli painopisteen säädön toteuttamisperiaate, jossa istuin liukui karamoottorin voimalla kiskoilla pituussuunnassa. Lisäksi istuin kallistui taaksepäin taka-asennossa. Rakenteiden mitoitukset määritettiin piirustuslaudalla ja useiden kokeiden perusteella.

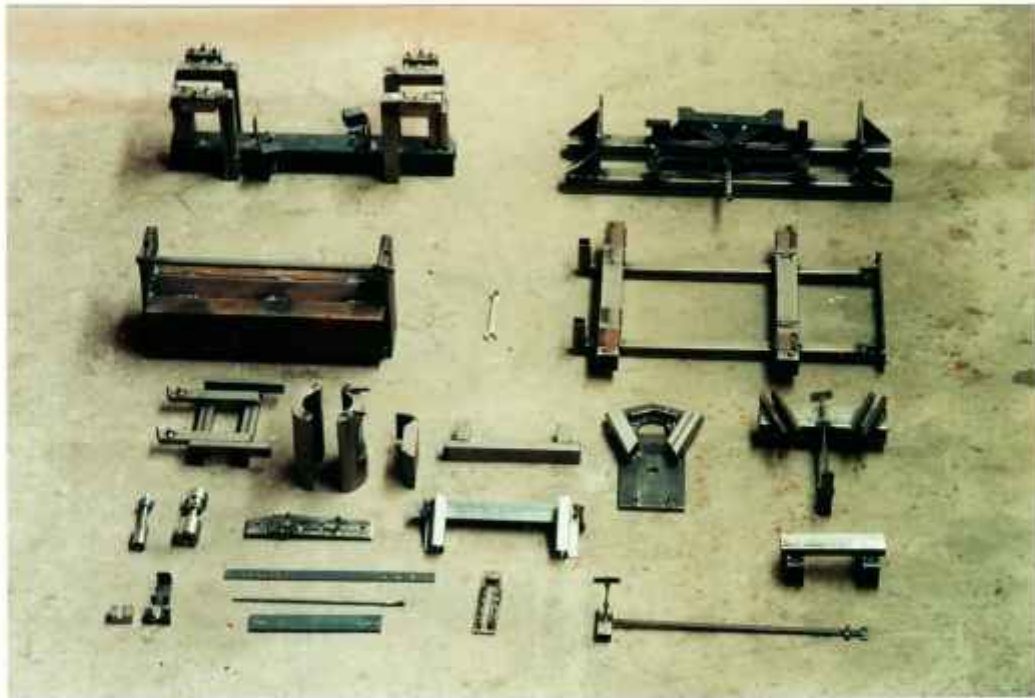
6.4 Runkorakenteiden materiaali- ja komponenttivalinnat

6.4.1 Metalliosat

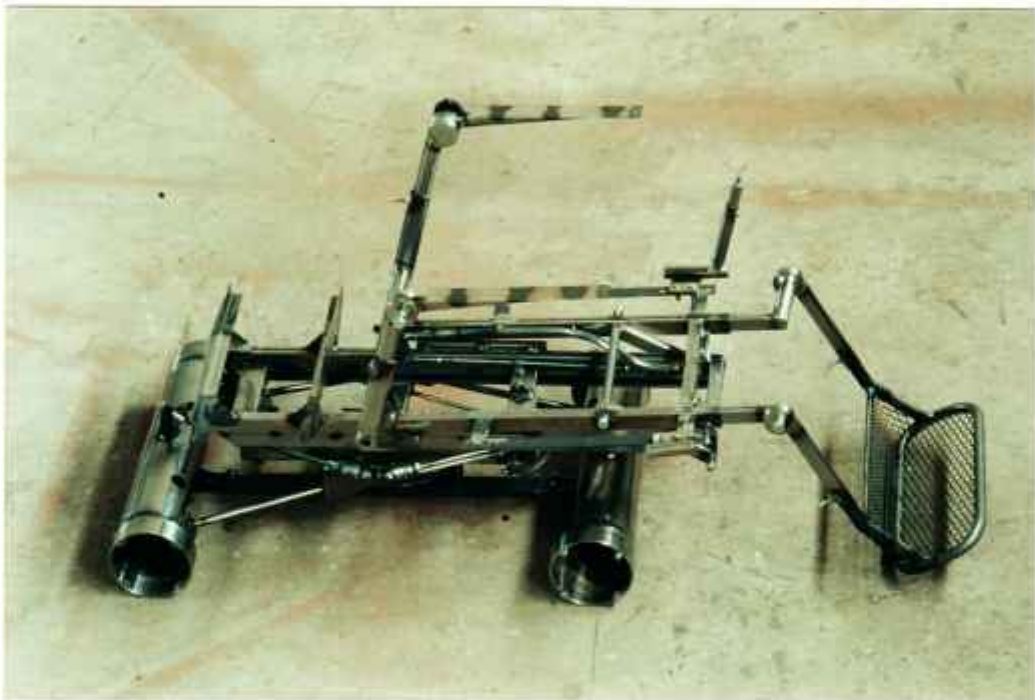
Koekäyttölaitteen rungon metalliosat (kuva 28) valmistettiin pääsääntöisesti vakiolaatuisista teräsprofiileista silmällä pitäen mahdollista tulevaa sarjatuotantoa. Osat dokumentoitiin varsin tarkkaan. Sarjatuotantoon varauduttiin myös valmistamalla niin sanottuja jigejä osien valmistukseen (kuva 29). Kuvassa 30 on koekäyttölaitteen runko kokoonpantuna ennen maalausta. Pintakäsittelynä oli epoksipulveripoltto maalaus.



Kuva 28. Koekäyttölaitteen metalliosat ennen maalausta. Oikealla olevat nimeämättömät osat ovat käsi- ja jalkatukien osia ja kiinnikkeitä.



Kuva 29. Koekäyttölaitteen metalliosien valmistusjigit.



Kuva 30. Koekäyttölaitteen runko ennen maalausta.

6.4.2 Muoviosat

Koekäyttölaitteessa oli kolme muoviosaa: akkukotelo, akkukotelon kansi ja ohjausyksikön kotelo. Nämä valmistettiin omana työnä lasikuidusta. Mallit suunniteltiin teknislähtöisesti pyrkien yksinkertaiseen muotoiluun. Pintakäsittelyksi tuli harmaa maalaus, joka teetettiin automaalaamossa. Kuvassa 31 on ohjausyksikön kotelo ja kuvassa 32 akkukotelon kannen muotti.



Kuva 31. Ohjausyksikön kotelo.



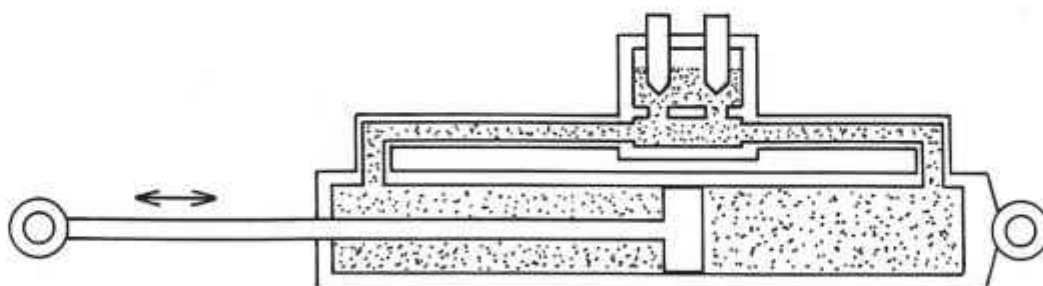
Kuva 32. Akkukotelon kannen muotti.

6.4.3 Vaimentimet

Differentiaali-ohjauksella oli se haitta, että toispuoleiseen esteeseen törmätessä ajosuunta muuttui akseliston reaktioliikkeen seurauksena. Tämän vuoksi akselistoon asennettiin ohjausiskunvaimennin, joka samalla paransi muutenkin suuntavakavuutta. Prototyypissä oli jo kokeiltu eräissä henkilöautomallissa käytettyä vaimennintyyppiä. Syntyi kuitenkin ajatus valmistaa säädettävä iskunvaimennin. Tämä toteutettiin hydraulisylinterillä, jonka omavalmisteiseen paisuntasäiliöön tehtiin virtauksen säätö kartiokärkisillä ruuveilla. Kuvassa 33 on vaimennin asennettuna paikalleen, ja kuvassa 34 esitetään vaimentimen periaatteellinen poikkileikkaus.



Kuva 33. Koekäyttölaite rakenteilla. Alustassa oleva vaalea laite on hydraulisylinteristä konstruoitu säädettävä ohjausiskunvaimennin.



Kuva 34. Hydraulisylinterillä toteutetun säädettävän iskunvaimentimen periaatteellinen poikkileikkaus. Kuvan yläosassa on paisuntasäiliö, jossa on kartiokärkisillä ruuveilla toteutettu virtauksen säätö.

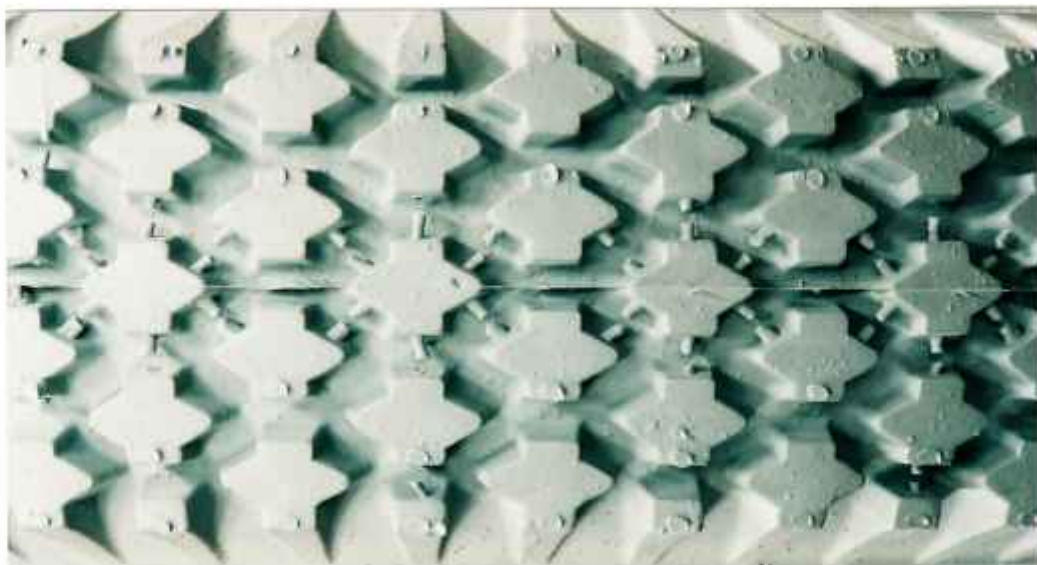
Ajomukavuuden parantamiseksi ja keinumisen estämiseksi asennettiin lehtijousen päihin iskunvaimentimet (kuva 35). Ratkaisua oli jo testattu prototyypissä. Ilman näitä vaimentimia oli pyörätuolin todettu keuvan huomattavan paljon pituussuunnassa.



Kuva 35. Koekäyttölaitteen alustaa. Pystyasennossa keskellä on alapäästään lehtijouseen kiinnitetty iskunvaimennin.

6.4.4 Renkaat

Prototyypissä käytetty rengastyyppi osoittautui hyväksi ajo-ominaisuuksiltaan, mutta musta väri jätti jälkiä lattiapinnoille. Rengastyypiksi valittiin vastaavanlainen harmaa rengas, jonka pito-ominaisuudet olivat jonkin verran huonommat erityyppisen kumiseoksen takia. Renkaan kulutus pintakuvio oli melko karkea (kuva 36). Jotta pito paranisi ja rengas kuluisi tasaisesti, käytettiin suhteellisen matalaa täyttöpainetta.



Kuva 36. Koekäyttölaitteen renkaan kulutus pinta luonnollisessa mittakaavassa.

6.4.5 Istuin ja käsituet

Koekäyttölaitteen istuin tehtiin yhteistyössä Savon Verhoilu ky:n kanssa, jonne toimitettiin suunnittelemamme ja valmistamamme istuimen metalliosat. Istuimen verhoilussa jouduttiin ottamaan huomioon tulevan käyttäjän epänormaali ruumiinrakenne. Kuvassa 37 on kyseinen istuin asennettuna vasta valmistuneeseen pyörätuoliin.

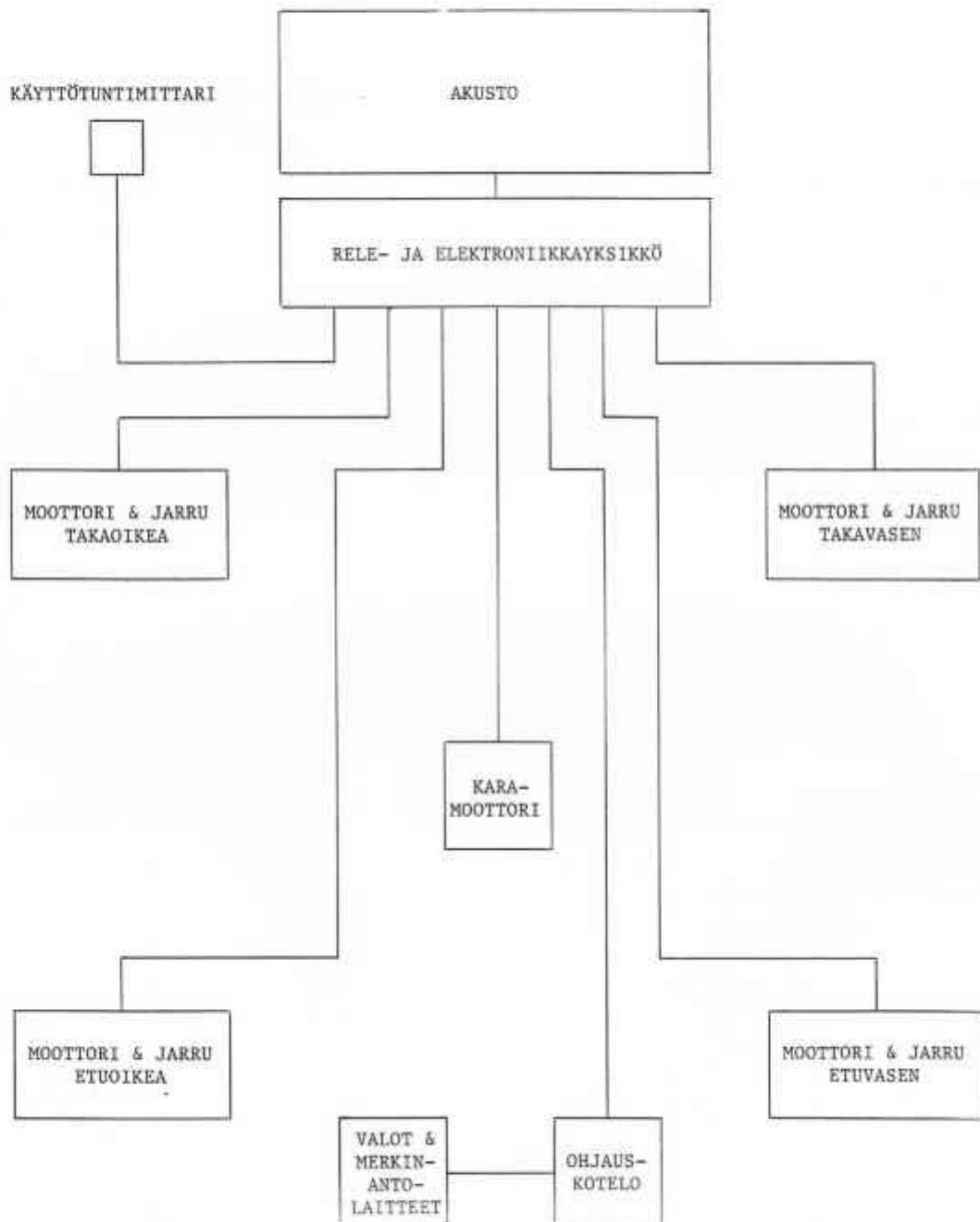


Kuva 37. Koekäyttölaite varustettuna tulevaa käyttäjää varten erikois-työnä valmistetulla istuimella.

Käsituet valmistettiin vanerista ja niihin teetettiin nahkaverhoilu.

6.5 Sähköjärjestelmä

Sähköjärjestelmän nimellisjännite oli 24 V, mikä on sähköpyörätuolien yleisin käyttöjännite. Järjestelmä suunniteltiin samanaikaisesti muun rakennesuunnittelun yhteydessä. Lohkokaavio on esitetty kuvassa 38 ja piirikaavio liitteessä 10.



Kuva 38. Koekäyttölaitteen sähköjärjestelmän lohkokaaavio.

6.6 Sähköjärjestelmän komponenttivalinnat

6.6.1 Akut

Koekäyttölaitteen akuiksi hankittiin kaksi yleismallista henkilöauton käynnistysakkua. Prototyyppiä testattaessa oli havaittu käynnistysakkujen soveltuvan sähköpyörätuolin energialähteeksi. Tuolloin ei vielä vaadittu suljettujen akkutyypin käyttöä. Akut sijoitettiin pyörätuolin istuimen taakse apurunkoon kiinnitettyyn koteloon (kuva 39). Kotelo ja kansi valmistettiin lasikuidusta (kappale 6.4.2).

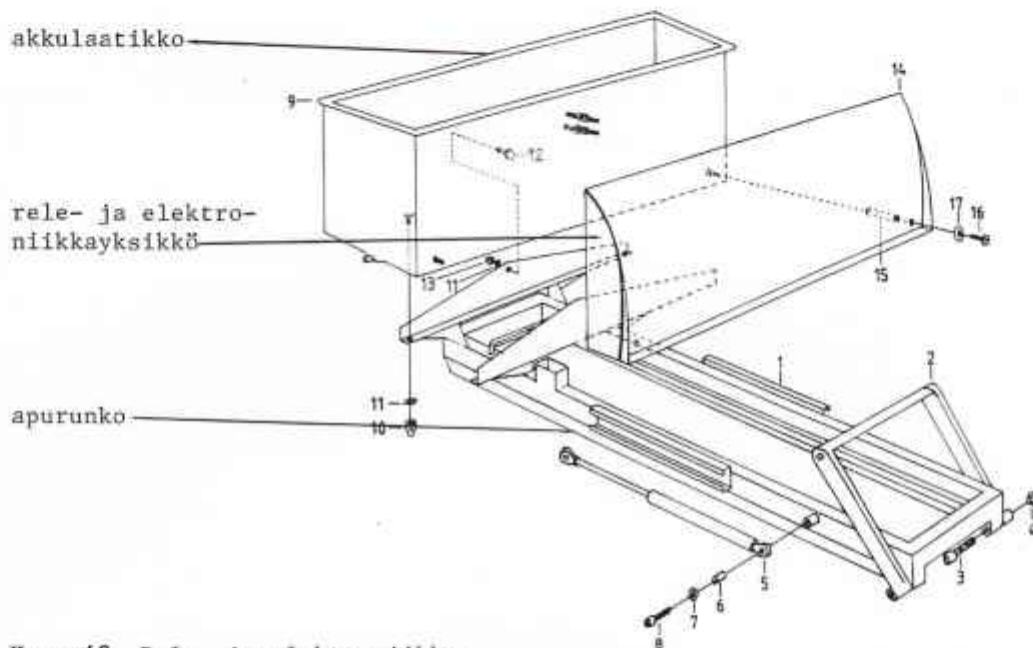
akkulaatikko



Kuva 39. Koekäyttölaite valmistusvaiheessa kesällä 1995.

6.6.2 Rele- ja elektronikkayksikkö

Akkukotelon etupuolelle sijoitettiin alumiinilevystä valmistettu kotelo, johon asennettiin ajo-ohjain, painopisteen säädön karamoottorin ohjausreleet ja lasiputkisulakkeet. Kuvassa 40 esitetään kotelon sijainti ja kuvassa 41 on rele- ja elektronikkayksikkö kansi irrotettuna. Ajo-ohjaimena oli prototyypissä aikaisemmin testattu Curtis PMC 1202A (liite 8). Kuormituskokeissa ei havaittu liiallista lämpötilan nousua: lämpö siirtyi tehokkaasti alumiinikotelosta ulkoilmaan.



Kuva 40. Rele- ja elektronikkayksikön sijainti.



Kuva 41. Koekäyttölaitteen rele- ja elektronikkayksikkö. Oikealla puolella on ajo-ohjain Curtis PMC 1202A.

6.6.3 Ohjausyksikkö

Ohjausyksikön kotelo valmistettiin lasikuidusta. Varmuuden vuoksi koteloon laminoitiin tiheäsilmainen metalliverkko mahdollisten häiriöiden torjumiseksi. Ohjausyksikköön (kuva 42) sijoitettiin ohjaussauva, käyttökytkimet ja merkkivalot. Lisäksi ohjausyksikön alapuolella oli kuvassa näkymätön ajovalo (kappale 6.6.9).

ajovalon merkkivalo

ajovalon kytkin

lataustilan osoitus

ON/OFF kytkin

painopiste eteen

maksiminopeuden säätö

painopiste taakse

ohjaussauva

varalla

äänimerkki

varoituskilvet

varoituskilven merkkilamppu

Kuva 42. Koekäyttölaitteen ohjausyksikkö.



6.6.4 Ajomoottorit ja seisontajarrut

Ajomoottoreiksi valittiin Leroy Somerin valmistama moottorityyppi (kuva 44, liite 11). Kyseessä oli kestmagnetoitu tasavirtamoottori yhdysrakenteisella alennusvaihteella. Moottorin nopeus ja kuormitettavuus vastasi prototyypissä käytettyä ajomoottorityyppiä. Kaikki neljä moottoria varustettiin seisontajarruilla, koska prototyypin kahden seisontajarrun teho oli todettu riittämättömäksi tietyissä käyttötilanteissa. Moottorityyppi oli käytössä eräessä sähköpyörätuolissa.



Kuva 43. Koekäyttölaitteen seisontajarrujen vapauttimien käyttö.

Koska moottorissa ei ollut seisontajarrujen vapauttimia, jouduttiin suunnittelemaan ja toteuttamaan napavapautuslaite. Jarrut vapautettiin kiertämällä käsin navan suojakuppia vastapäivään (kuva 43).



Kuva 44. Koekäyttölaitteen ajomoottori.

6.6.5 Painopisteen säädön karamoottori

Prototyypin testausten yhteydessä oli vakuututtu painopisteen säätömahdollisuuden hyödyllisyydestä. Koekäyttölaitteessa tämä ominaisuus toteutettiin suunnitteleamalla rakenne, jossa oli erillinen apurunko. Tämä liikkui C-kiskoissa kulkevien laakerien varassa pituussuunnassa runkoon nähden. Tämä liike toteutettiin karamoottorilla Linak LA 28 (liite 12). Lisäksi painopistettä taaksepäin säädettäessä alkoi istuin tietyssä kohdassa kallistua taaksepäin. Tällä ominaisuudella haluttiin helpottaa alamäessä ajoa. Karamoottoria ohjattiin ohjausyksikköön sijoitetuilla painonapeilla, jotka releiden välityksellä ohjasivat karamoottoria.

6.6.6 Kaapelointi

Koekäyttölaitteen johdotus toteutettiin hienosäikeisellä PVC-eristeisellä AJ-johtimella. Piirikaavio on liitteessä 10. Poikkipintojen valinnat perustuvat aikaisempaan kokemukseen, liitteessä 13 olevaan nomogrammiin ja kuormituskokeisiin, joissa tutkittiin johtimien lämpenemistä. Toisiinsa nähden liikkuvien osien väliset johdotukset suojattiin taipuisalla muovipinnoitetulla metalliletkulla (kuva 45). Ohjausyksikön liitäntäkaapelina käytettiin suojattua moninapakaapelia.



Kuva 45. Koekäyttölaitteen akselin kaapelointi.

6.6.7 Sulakkeet

Pääsulake (kuva 46) sijoitettiin akkukotelon taakse ja kytkettiin akkujen väliin. Sulakkeen nimellisarvo määriteltiin siten, että etsittiin pienin vakiokoko, jota ei saatu palamaan normaaleiksi katsotuissa ylikuormitustilanteissa. Sulaketyyppi oli eräissä henkilöautoissa käytetty pääsulake.



Kuva 46. Pääsulake kotelossaan.

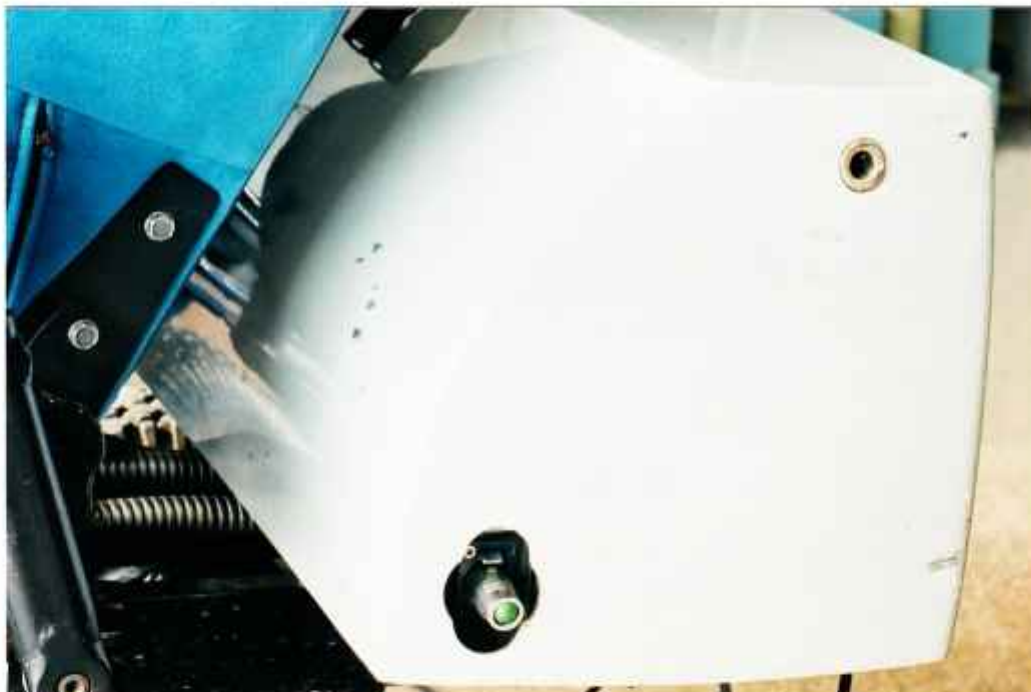
Muut sulakkeet olivat tyypiltään lasiputkisulakkeita ja ne sijoitettiin rele- ja elektronikkayksikön päädtyihin (kuva 47). Kaikkiin paitsi ajo-ohjaimessa olleeseen sulakkeeseen päästiin käsiksi, kun akkukotelon kansi avattiin. Työkalujen käyttöä edellytti ainoastaan pääsulakkeen vaihto.



Kuva 47. Koekäyttölaitteen sulakkeita rele- ja elektronikkayksikön päädtyissä. Alhaalla oleva kytkin oli kokeilumielessä tehty erillinen seisontajarrujen vapautin. Kotelon toisessa päädtyssä oli latauksen sulake.

6.6.8 Latausliitin ja virtalukko

Sähköpyörätuolin akut ladataan erillisellä latauslaitteella. Eräissä pyörätuoleissa havaittiin käytettävän niin sanottua XLR-liitintä, jonka pääasiallinen käyttö on äänentoistotekniikassa. Kyseessä on kuitenkin luotettava ja suhteellisen suurta virtaa kestävä tyyppi. Koska kolminapaisuuden takia oli mahdollista toteuttaa yksinkertaisesti virtalukko, valittiin tämä liitintyyppi. Latausliitin/virtalukko sijoitettiin rele- ja elektronikkayksikön vasempaan pätyyn, ja akkukotelon kanteen tehtiin vastaavalle kohdalle reikä (kuva 48).



Kuva 48. Koekäyttölaitteen latausliitin/virtalukko, jossa virta-avain on paikallaan.

Kun liittimeen sijoitettiin virta-avaimena toiminut pistoke, kytkeytyi ajo-ohjaimeen herätevirta, jolloin pyörätuolilla voitiin ajaa. Pistoke varustettiin lisäksi vihreällä LED-merkkivalolla muistutukseksi (kuva 48). Kun liittimeen kytkettiin latauslaite, jonka pistokkeessa ei ollut herätevirran kytkentää, pyörätuolilla ajo oli myös estynyt.

6.6.9 Valo- ja äänimerkinantolaitteet

Koekäyttölaitteeseen asennettiin ajovaloksi yleismallinen ajoneuvoissa käytetty lisäparkkivalo (kuva 49). Lampussa ei ollut suuntaavaa heijastinta, mutta ratkaisulla haluttiinkin vain toteuttaa huomiovalo. Polttimon teho oli 5 W, mikä tuotti kuitenkin yllättävän hyvän valaistuksen pyörätuolin edessä olevalle alueelle. Ajovalo sijoitettiin ohjausyksikön alapuolelle.



Kuva 49. Ajovalo ja polttimo.

Äänimerkinantolaitteena oli pieni pietsosähköinen summeri, joka asennettiin ohjausyksikön sisälle. Laite osoittautui myöhemmin teholtaan riittämättömäksi, ja se korvattiinkin myöhemmin käyttäjän toivomuksesta ajoneuvon äänimerkinantolaitteella. Tämä asennettiin akkulaatikon alle ja sen tuottama ääni oli huomattavan voimakas. Ratkaisu ei kylläkään ollut aivan poikkeuksellinen.

Ohjausyksikön kytkimistä oli yksi varattu varoitusvilkkuja varten. Näitä ei kuitenkaan milloinkaan asennettu.

Heijastimina oli edessä valkoista heijastavaa tarranauhaa, sivuilla keltaiset vakioheijastimet ja takana yksi punainen vakioheijastin.

6.7 Dokumentaatio

Vaikka pyörätuoli valmistettiin koekäyttölaitteena vieläpä yksilölliseen käyttöön, jouduttiin laatimaan riittävän kattava dokumentaatio. Keskeisimpiä asiakirjoja olivat hajotuskuvat (liite 14), varaosaluettelot ja piirikaaviot (liite 10). Varsinaista käyttöohjetta ei laadittu, vaan suoritettiin perusteellinen käytönopastus.

6.8 Apuvälinemessut

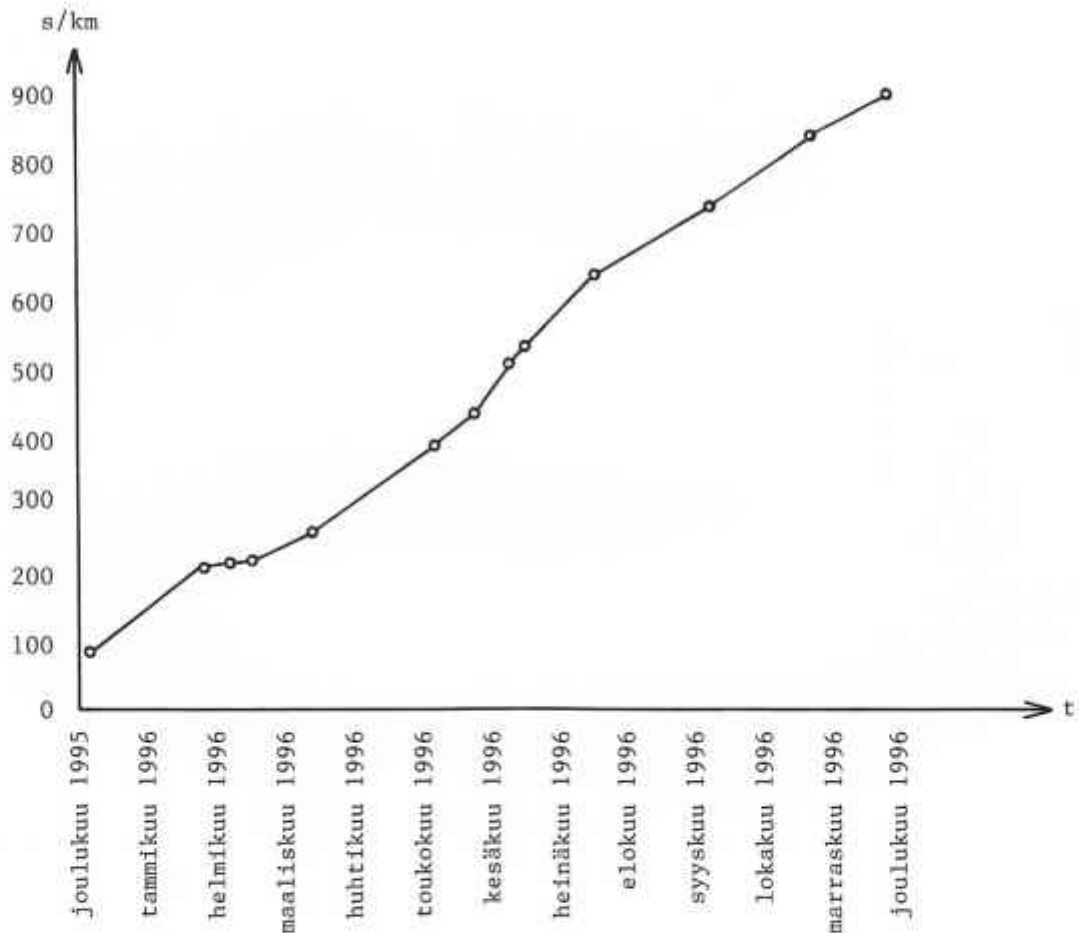
Syksyllä 1995 osallistuttiin Apuväline 95 -messuille, jotka järjestettiin Lahdessa. Ulkotilaan sijoitetulla osastolla esiteltiin vastavalmistunutta pyörätuolia. Esittelijänä toimi pyörätuolin tuleva käyttäjä Petri Krooks (kuva 50). Messujen tärkeimpänä antina oli tutustuminen apuvälinealaa yleisellä tasolla. Tässä vaiheessa ei ollut valmista markkinointikelpoista tuotetta.



Kuva 50. Chasswheel oy esittelee vastavalmistunutta sähköpyörätuolia Apuväline 95 -messuilla. Esittelijänä toimii pyörätuolin tuleva käyttäjä Petri Krooks.

6.9 Seurantavaihe

Koekäyttölaite luovutettiin käyttäjälleen joulukuussa 1995. Pyörätuoli oli varustettu käyttötuntimittarin lisäksi myös matkamittarilla käytön seurannan mahdollistamiseksi. Tarkoituksena oli seurata mahdollisia kulumis- ja väsymisilmiöitä sekä muutenkin pyörätuolin käyttöä. Alkuvaiheessa oltiin myös mukana käytännön ajoharjoittelussa, varsinkin vaativammassa olosuhteissa. Kuvassa 51 on esitetty ajokilometriä kertyminen vuoden seuranta-jakson aikana. Käyttötunteja oli tarkastelujakson aikana 260. Keskiajonepeudeksi muodostui noin 3,5 km/h.



Kuva 51. Koekäyttölaitteen ajokilometriä kertyminen vuoden seuranta-jakson aikana.

Matkamittari lakkasi toimimasta puolentoista vuoden jälkeen. Viiden vuoden käytön jälkeen oli saavutettu noin 1500 käyttötuntia ja pyörätuoli oli edelleen päivittäisessä käytössä alkuperäisellä käyttäjällä.

6.10 Huollot ja korjaukset

Koekäyttölaitteen ensimmäisen viiden käyttövuoden aikana on tehty seuraavat huollot ja korjaukset:

- aivan alussa kiristettiin löystynyt ylänivelen ruuvi
- alkuvaiheessa kiristettiin lehtijousen löystyneet kiinnitysruuvit
- ohjausyksikön liitin turmeltui käyttäjältä vuotaneen virtsan vaikutuksesta. Liitin vaihdettiin ja siirrettiin suojatumpaan paikkaan
- ohjausyksikön kytkimiä on uusittu
- akut on uusittu kaksi kertaa
- ohjaussauvan suojakumi on uusittu
- latausliitin on uusittu kuluneisuuden takia
- istuin on verhoiltu kaksi kertaa
- ajovalo on vaihdettu toisentyyppiseksi
- yhden ajomoottorin hammasratas vaihdettiin kuluneisuuden takia
- teholtaan vaatimaton äänimerkinantolaitte vaihdettiin henkilöautoissa käytettyyn tyyppiin
- napavapauttimien kuluvat osat uusittiin
- ajomoottorien välystä vähennettiin poistamalla vinohammaspyöriin kehittynyt päittäisvälitys asentamalla painelevyjä akseleihin.

7 TUOTANTOMALLIN VALMISTUS

7.1 Valmistusolosuhteet ja organisaatio

Keväällä 1997 Chasswheel oy sai käyttöönsä toimitilan Kuopion Neulamäen teollisuuskylästä. Tila sijaitsi Autorobot oy:n kiinteistössä ja se remontoitiin pienehköillä toimenpiteillä tuotekehitys- ja tuotantotiloiksi. Hannu Knuutinen toimi edelleen toisena tuotekehittäjänä. Autorobotin konekanta oli jossain määrin käytettävissä. Toisaalta Autorobotin oli tarkoituksena toimia alihankkijana metalliosien vakiintuessa ja valmistusmäärien kasvaessa. Myös muita tulevia alihankkijoita oli samalla alueella. Tästä oli suuri hyöty; olihan mahdollista helposti konsultoida metalliosien valmistukseen liittyvissä kysymyksissä jo suunnitteluvaiheessa. Lisäksi alue tarjosi erinomaiset testiajo-olosuhteet.

7.2 Nollasarja

Tuotantomallin suunnittelussa hyödynnettiin aikaisemmin valmistettujen kahden pyörätuolin rakenneratkaisuista saatuja kokemuksia. Rakenteita pystyttiin edelleen yksinkertaistamaan. Toisaalta edellisen version jigit jäivät melkein kokonaan hyödyntämättä.

Pyörätuoleja valmistettiin viiden kappaleen nollasarja siten, että aluksi tehtiin yksi laite testauskäyttöön. Tätä pyörätuolia testattiin ja kuormitettiin raskaasti, jotta voitiin varmistua rakenneratkaisujen ja komponenttivalintojen toimivuudesta. Toisaalta täytyi kyetä välttämään liiallisia ylimitoituksia. Nollasarjan neljä viimeistä kappaletta olivat jo myyntikappaleita, jotka valmistettiin vielä kokonaan itse.

Ensimmäisen laitteen valmistaminen oli kuukausia kestänyt prosessi, toisaalta jälleen valmistettiin samanaikaisesti jigit seuraavien laitteiden osien valmistamista varten. Osat myös dokumentoitiin varsin tarkkaan tiedostaen tulevat vaatimukset. Puhtaaksi piirtämisen suoritti Hannu Reiman, jonka piirtämä CAD-kuva pyörätuolista on liitteessä 15. Lisäksi ensimmäisen laitteen valmistumista viivytti se, että keskeiset komponentit, ajo-ohjain ja ajomoottorit, eivät olleet heti tiedossa.

7.3 Muoviosien muotoilu

Pyörätuolin visuaalisen ilmeen parantamiseksi käännyttiin Kuopion käsi- ja taideteollisuusakatemian puoleen, jossa oltiin kiinnostuneita tekemään muotoilu oppilastyönä. Muotoiltavia osia olivat kahdesta osasta muodostuva takalaatikko ja kaksi sivukoteloä (kuva 52). Takalaatikkoon sijoitettiin akut ja takavalot. Sivukotelo toimi säilytystilana esimerkiksi hanskakalle.

Koekäyttöälaiteessa käytetty lasikuitu ei tullut kustannus- ja työteknisistä syistä kysymykseen muoviosien valmistusmateriaalina. Tuotantomallin muoviosien materiaaliksi valittiin ABS-muovi ja valmistusmenetelmänä oli tyhjämuovaus. Muotit tehtiin puukuitulevyistä liimatuista kappaleista, jotka työstettiin CNC-jyrsintänä. Sivukotelon suunnittelupiirros on liitteessä 16.

Muotoiluprojekti käynnistettiin vaiheessa, jossa kaikki kriteerit ja varaukset eivät olleet tiedossa. Tästä aiheutui tiettyjä muutostarpeita myöhemmin, jotka muoviosien alihankkija sai tehtyä melko sujuvasti.



Kuva 52. Tuotantomallin ensimmäiset muoviosat.

7.4 CE-merkintä, normit ja standardit

Sähköpyörätuoli luokitellaan apuvälineeksi, jolla kompensoidaan vammaa tai vajavuutta. Tämän vuoksi sitä koskee terveydenhuollon laitteita ja tarvikkeita koskeva vuonna 1995 uusittu lainsäädäntö. Säädökset edellyttävät, että laitteet ja tarvikkeet täyttävät olennaiset vaatimukset ja niitä täydentävät yksityiskohtaiset tekniset määräykset. Kun tuote täyttää sitä koskevat olennaiset vaatimukset, valmistaja saa kiinnittää siihen CE-merkinnän ja näin vakuuttaa, että tuote täyttää vaatimukset. Siirtymäkausi päättyi 14.6.1998, minkä jälkeen ei saanut markkinoida terveydenhuollon laitteita ja tarvikkeita ilman CE-merkintää [3].

Kun tuotantomallia alettiin suunnitella, oli vuosi aikaa varmistaa olennaisten vaatimusten täyttyminen. Jotta tämä olisi ollut mahdollista, jouduttiin hankkimaan sähköpyörätuoleihin liittyvä ISO-normisto [4]. Lisäksi tarvittiin yleinen teknisiä apuvälineitä koskeva standardi [5] ja lääkinlaitteiden riskianalysointia koskeva standardi [6]. Tärkein tiedonlähde oli kuitenkin euronormi EN 12184 [7], jossa viitattiin edellä mainittuihin normeihin ja standardeihin ja annettiin yksityiskohtaisia teknisiä vaatimuksia. Normissa sähköpyörätuolit jaetaan käyttötarkoituksen mukaan kolmeen luokkaan, jotka ovat vapaasti käännettynä seuraavat:

- A, kompaktit, liikuteltavat pyörätuolit, jotka eivät välttämättä selviä ulkotiloissa esiintyvistä esteistä.
- B, riittävän kompaktit ja liikuteltavat pyörätuolit joihinkin sisätiloihin, ja joiden suorituskyky riittää joidenkin ulkotiloissa olevien esteiden selvittämiseen.
- C, useimmiten suurikokoiset pyörätuolit, jotka eivät välttämättä ole tarkoitettu sisäkäyttöön, mutta joiden suorituskyky riittää pidemmille matkoille ja selvittämään ulkotiloissa olevia esteitä.

Normissa määritellään suorituskykyvaatimukset kullekin luokalle. Kun näihin tutustuttiin, osoittautui että valmistettava tuotantomalli kuuluisi luokkaan C. Tähän vaikutti lähinnä alustarakenteen rajoitukset sisäkäytössä.

Normissa annettiin lisäksi suosituksia, jotka koskivat muun muassa pyörätuolin mittoja, akkujen tyyppiä ja valolaitteita.

7.5 Dokumentaatio

Tuotantomallin sähköjärjestelmän kuvat piirrettiin edelleen käsin. Metallosat myös suunniteltiin käsin piirtämällä, mutta kuvat piirrettiin puhtaaksi CAD-piirtäjällä. Samalla luotiin hajotuskuvat huolto-ohjeita varten. Huolto-ohjekirjan rakenne oli seuraavanlainen:

- tekniset tiedot ja merkinnät
- voiteluohjeet ja kiristysmomentit
- alustan säädöt
- kiellot ja rajoitukset (nämä olivat myös käyttöohjeessa)
- hajotuskuvat ja varaosaluettelo
- sähköjärjestelmän huolto-ohjeet, täydentävät kuvat ja piirikaavio
- Penny & Giles user information.

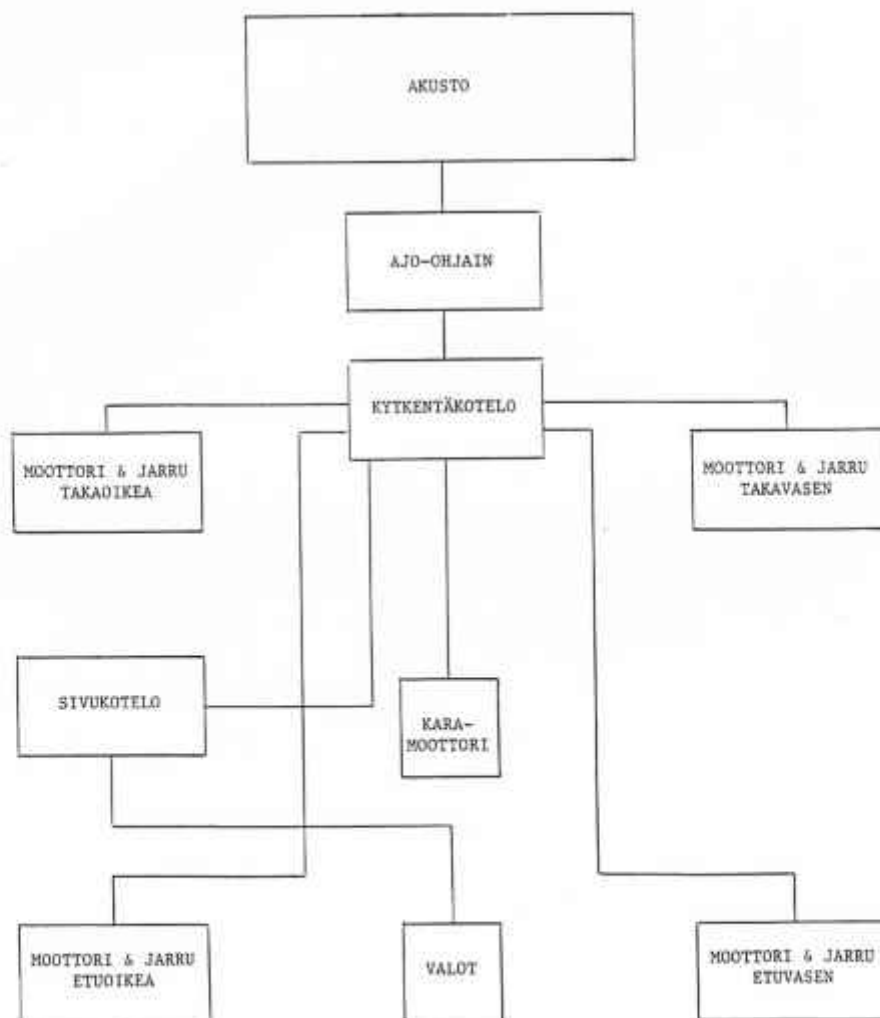
Käyttöohje sisälsi useita kieltoja sekä rajoituksia, koska pyörätuolin virheellinen käyttö saattoi tuottaa vaaratilanteita. Pyörätuoleja koskeva normisto antoi myös ohjeita käyttöohjeen laadintaan. Kuvitus pohjautui itse otettuihin valokuviin ja taiton suoritti ulkopuolinen graafikko. Käyttöohjeen rakenne oli seuraavanlainen:

- kuva, jossa esiteltiin pyörätuolin keskeiset osat
- tekniset tiedot
- turvallisuusohjeet
- ajoharjoitteluohjeet
- ajo-ohjaimen käyttöohjeet
- painopisteen säädön käyttö
- istuimen, käsitukien ja jalkalautojen säädöt
- akkujen lataaminen ja hoito
- jarrun vapauttimien käyttö
- pyörien huolto
- huollot ja korjaukset
- vian etsintä.

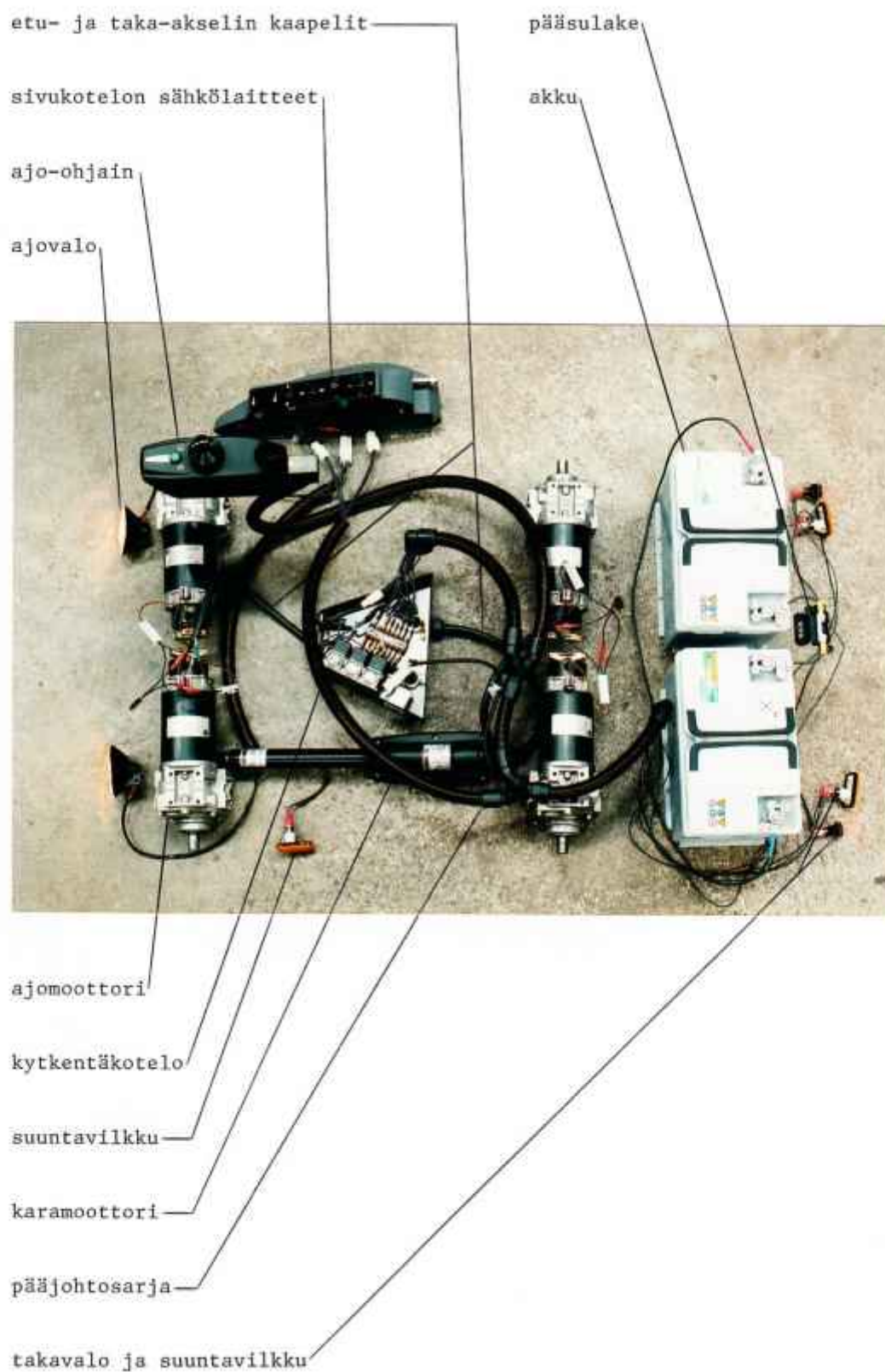
7.6 Sähköjärjestelmä

Sähköjärjestelmä jouduttiin suunnittelemaan kokonaan uudelleen, koska sarjatuotanto edellytti järjestelmän yksinkertaistamista. Lisäksi keskeiset komponentit, ajo-ohjain ja ajomoottorit jouduttiin muuttamaan kustannussyistä. Sähköpyörätuolien sähköjärjestelmiä koskeva normi (ISO 7176-14) asettaa myös tiettyjä vaatimuksia, jotka koskevat muun muassa ylikuormitus- ja oikosulkutilanteita.

Sähköjärjestelmä suunniteltiin – kuten aikaisemminkin – samanaikaisesti muun rakennesuunnittelun yhteydessä, jotta osat saatiin mahtumaan paikoilleen ja että johdotus pääsi liikkumaan vapaasti. Ongelmana oli edelleen tilan ahtaus ja toisiinsa nähden liikkuvat rakenteet. Johtosarjat täytyi saada edelleen selkeämmiksi ja helpommin asennettaviksi. Sähköjärjestelmän lohkokaavio on esitetty kuvassa 53 ja piirikaavio on liitteessä 17. Kuvassa 54 esitellään sähköjärjestelmän komponentit.



Kuva 53. Tuotantomallin sähköjärjestelmän lohkokaavio.



Kuva 54. Tuotantomallin sähköjärjestelmän komponentit.

7.7 Sähköjärjestelmän komponenttivalinnat

7.7.1 Akut

Aikaisemmin käytetyt ajoneuvojen käynnistysakut eivät tulleet kysymykseen, koska pyörätuolin mahdollisesti kaatuessa happoa pääsee valumaan. Lisäksi käynnistysakku on tarkoitettu suurien virtojen lyhytaikaiseen syöttöön, kun taas pyörätuolissa tarvitaan pienehköä virtaa mahdollisimman pitkään. Pyörätuoleissa käytettävät akut voidaan jakaa kahteen pääryhmään, suljettuihin nesteakkuihin ja geeliakkuihin. Näistä ei akkua kallistettaessa valu happoa, ja niissä on venttiili paineen kehityksen varalta. Nämä akkutyypit ovat niin sanotusti huoltovapaita. Geeliakku on huomattavasti kalliimpi, mutta siitä ei valu happoa rikkoutumisenkaan seurauksena. Toisaalta tämä akkutyypit turmeltu helpommin, mikäli se pääsee syväpurkautumaan. Turvallisussyistä eräät lentoyhtiöt ottavat kuljetettavakseen vain geeliakuilla varustettuja pyörätuoleja.

Tuotantomallin takalaatikon mitat määriteltiin sellaisiksi, että yleisin vakiintunut akkukoko saataisiin mahtumaan. Tällöin oli käytettävissä mahdollisimman laaja akkuvalikoima. Pienimuotoisten testien jälkeen akkutyypiksi valittiin saksalainen Hoppecke Energy, jonka nimellinen kapasiteetti viiden tunnin purkausajalle oli 60 Ah. Tyypiltään se oli suljettu nesteakku (kuva 55).



Kuva 55. Tuotantomallissa käytetty akkutyypit.

7.7.2 Ajo-ohjain Penny & Giles Pilot 50A

Suoritettujen tiedustelujen jälkeen löydettiin pyörätuoleihin tarkoitettu ajo-ohjain Penny & Giles Pilot 50A (liite 18). Laitteen erikoisuus oli siinä, että se oli täysin kompakti sisältäen ohjaussauvan, virtakytkimen maksiminopeuden säätöpotentiometrin, lataustilan ilmaisimen, mikroelektronikan ja tehopuolijohteet samassa kotelossa. Laitteen käyttöparametrit oli ohjelmoitavissa erillisellä helppokäyttöisellä ohjelmointilaitteella, joka kytkettiin latausliittimeen (kuva 56).



Kuva 56. Ajo-ohjain Penny & Giles Pilot 50A ja ohjelmointilaitte.

Aluksi ajo-ohjain asennettiin prototyyppiin ensivaikutelman saamiseksi (kuva 57). Kun ohjaimen käyttöparametrit saatiin sovitettua pyörätuoliin, laitteen edut kävivät selviksi.

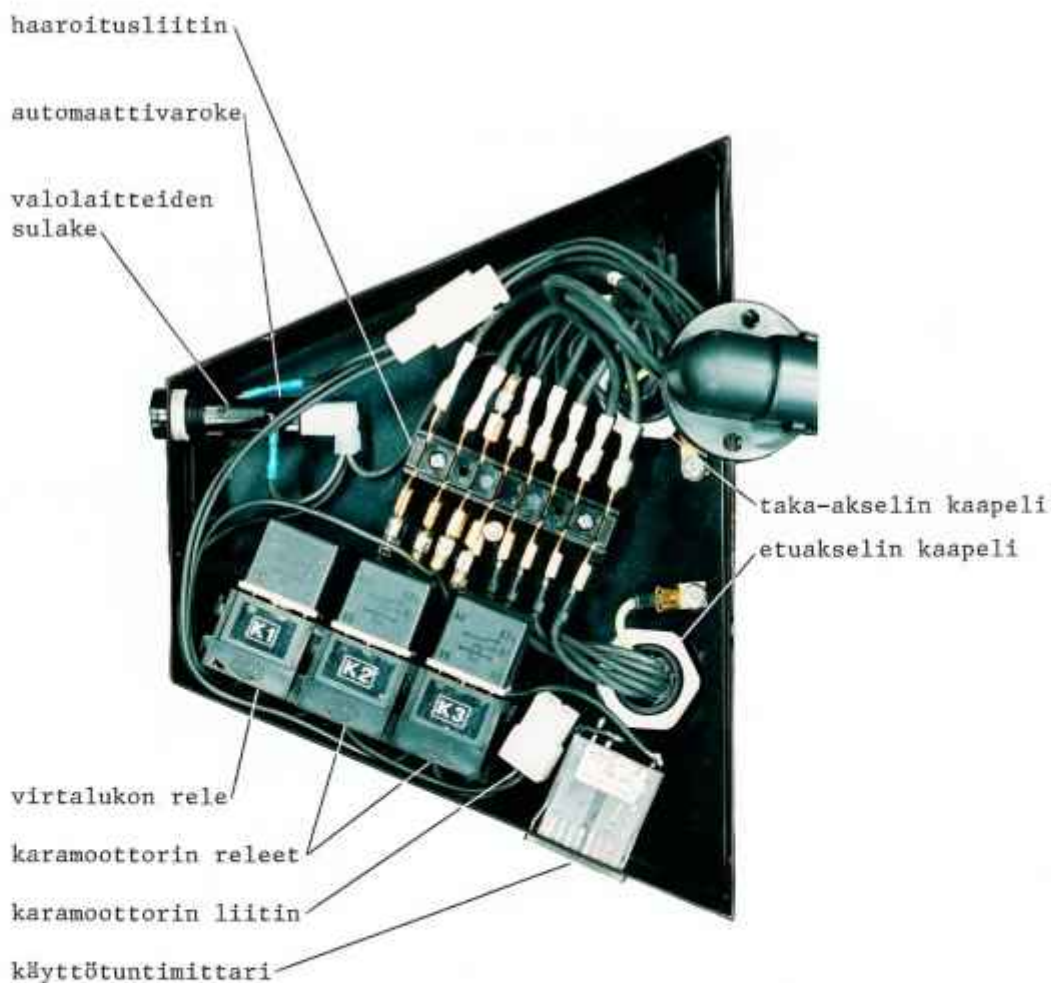


Kuva 57. Ajo-ohjain asennettuna prototyyppiin testauksia varten.

7.7.3 Kytkentäkotelo

Pyörätuolin runkoputken päälle istuimen alle sijoitettiin kytkentäkotelo, jossa tehtiin nelimoottoriratkaisun vaatimat haaroitukset. Lisäksi koteloon sijoitettiin virtalukon rele, painopisteen säädön releet, karamoottorin automaattivaroke, valolaitteiden sulake ja käyttötuntimittari (kuva 58).

Kotelo suunniteltiin itse, koska tilan ahtauden takia ei saatu mahtumaan tiedossa olleita vakiokoteloita. Kotelon materiaalina oli maalattu teräspelti ja sen suunnittelussa pyrittiin tiiviysluokkaan IP 44, jota ei kyläkään testattu. Toisaalta pyörätuolin käyttöohjeessa kiellettiin painepesurin tai suihkuavan veden käyttö pesun ja puhdistuksen yhteydessä.



Kuva 58. Kytkentäkotelo avattuna.

7.7.4 Ajomoottorit ja seisontajarrut

Koekäyttölaitteessa käytetty ajomoottorityyppi ei ollut enää valmistajan ohjelmassa, mutta samalla valmistajalla oli tarjota sopivalta vaikuttava moottori (kuva 59, liite 19). Nimellistehossa ei ollut suurta eroa aikaisempaan nähden, mutta uusi tyyppi oli järeämpää tekoa. Seisontajarru sijaitsi moottorin päädyssä kuten aikaisemminkin. Haittana oli edelleen se, että jouduttiin suunnittelemaan erillinen jarrunvapautusmekanismi vikatilanteiden varalle. Tämä oli kyllä toteutettavissa aikaisempaa helpommin, koska jarrusolenoidissa oli kara, johon vapautusmekanismi saatiin kytkettyä. Kun jarruja ei vapautettu napalukolla, oli työntäminen vaikeampaa, koska moottorit pyörivät samalla.

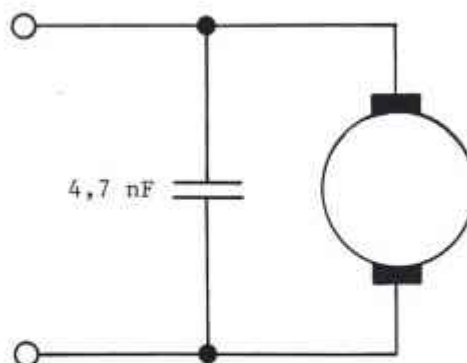
Ajomoottoria oli saatavissa kahdella eri vaihteistoversiolla. Nämä tuottivat valitulla rengaskoolla 7 tai 6 km/h huippunopeuden. Aluksi valittiin hitaampi moottori. Myöhemmin kokeiltiin nopeampaa moottoria, joka kuitenkin hylättiin ilmenneiden ongelmien takia. Näitä ongelmia olivat voimattomuus esteitä ylitettäessä, huonompi suuntavakavuus ja suurempi todennäköisyys ominaiskierroslukueroista aiheutuvaan puoltamiseen.



Kuva 59. Tuotantomallin ajomoottori. Vasemmassa päädyssä on seisontajarru ja vapautusmekanismi.

7.7.5 Ajomoottorien häiriönpisto

Ajomoottorin kommutaattorissa mahdollisesti syntyvien häiriöiden torjumiseksi moottorit varustettiin häiriönpistokondensaattoreilla, jotka sijoitettiin ajo-ohjaimen valmistajan suosituksen mukaan [8]. Kondensaattorit tinattiin kiinni moottorin hiilisiltaan, jolloin ne saatiin mahdollisimman lähelle häiriölähdettä (kuvat 60 ja 61).



Kuva 60. Häiriönpistokondensaattorin kytkentä.



Kuva 61. Ajomoottorin häiriönpistokondensaattori tinattuna kiinni hiilisiltaan.

7.7.6 Sivukotelon sähkölaitteet

Koska ajo-ohjaimessa ei ollut valo- ja äänimerkinantolaitteiden kytkimiä, nämä jouduttiin toteuttamaan itse. Sivukotelo todettiin sopivaksi sijoituspaikaksi, koska se oli kohtalaisen hyvin käyttäjän ulottuvilla. Sivukoteloon sijoitettiin paneeli käyttökytkimille, joilla ohjattiin valo- ja äänimerkinantolaitteita ja painopisteen säätöä. Koska kotelon kaareva pinta ei mahdollistanut paneelin asentamista, muuttia jouduttiin muuttamaan ja samalla "pilaamaan" kotelon muotoilu (kuva 62).



Kuva 62. Tuotantomallin muutettu sivukotelo.

Paneeli oli mahdollista sijoittaa oikealle tai vasemmalle puolelle halutun käteisyyden mukaan. Tällöin vapaaksi jäänyttä koteloa pystyttiin käyttämään hansikkaiden tms. säilyttämiseen. Sivukotelot kiinnitettiin kumikiinnikkeillä, jolloin muodostui eräänlainen joustava sarana (kuva 63), joka samalla toimi myös törmäysten vaimentajana.



Kuva 63. Sivukotelon kiinnitys.

Sivukotelon paneeli teetettiin mustaksi anodisoidusta 1 mm paksusta alumiinilevystä, johon aukotukset ja symbolien merkinnät tehtiin lasertyöstönä. Kuvassa 64 on paneeli ilman kytkimiä luonnollisessa mittakaavassa.

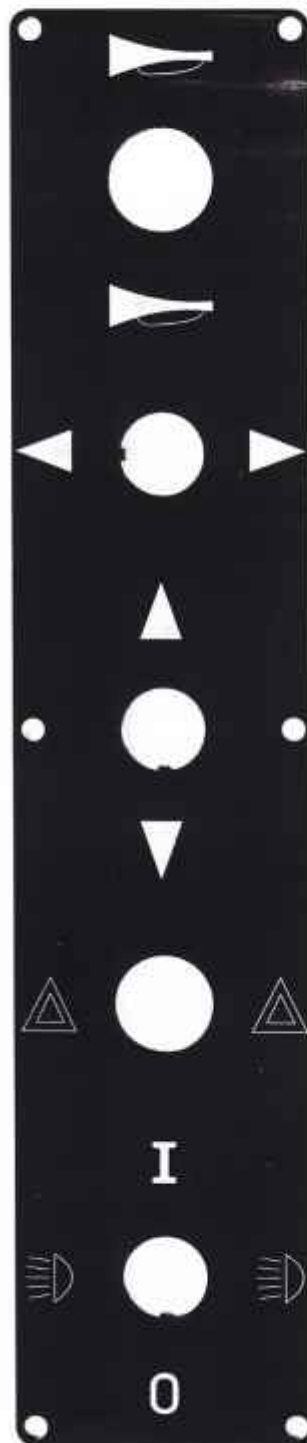
äänimerkinantolaite

suuntamerkinantolaite

painopisteen säätö

varoituskilvet

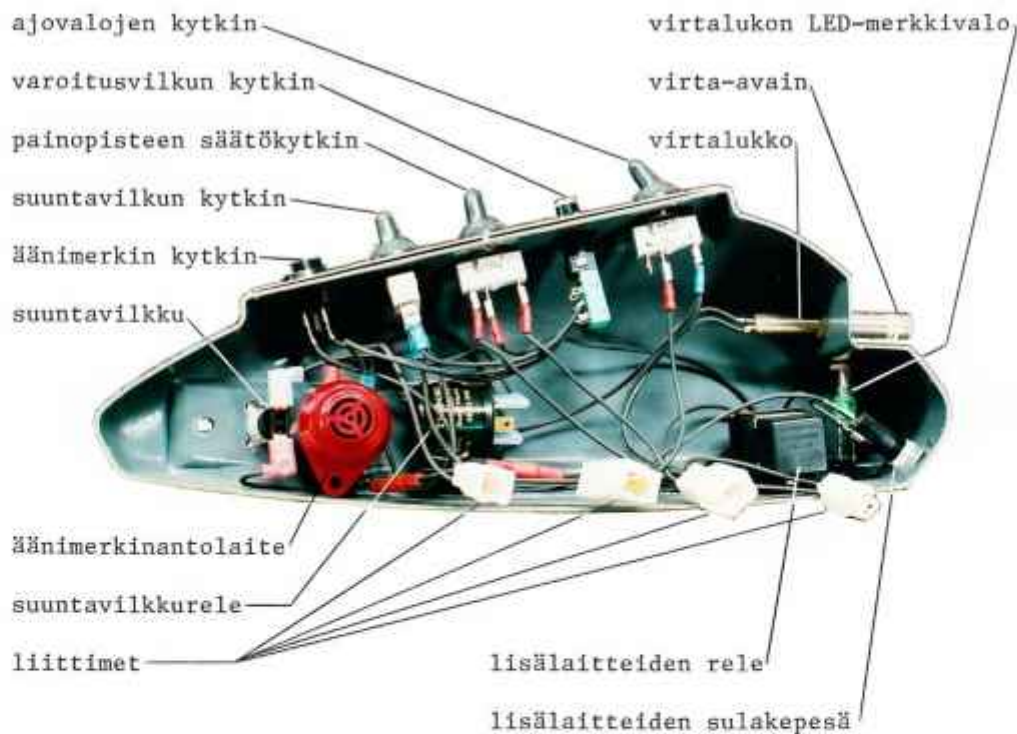
ajovalot



Kuva 64. Käyttökytkinten asennuspaneeli (1:1).

Käyttökytkimet valittiin suhteellisen isokokoisiksi, jotta niillä olisi selkeä käyttötuntuma ja niitä olisi periaatteessa mahdollista käyttää ilman katsekontaktia vaikkapa hansikkaat kädessä. Kytkimet varustettiin kumisuojuksilla tarkoituksena varmistaa häiriötön toiminta; olihan laite alttiina satavalle vedelle normaaleissa käyttöolosuhteissaan.

Sivukotelon takaosaan sijoitettiin virtalukkuna toiminut 6,3 mm jakki, johon sijoitettiin ajon ajaksi plugi, joka näin toimi "virta-avaimena". Tällöin kytkeytyi releen välityksellä jarruvirtapiiri, ja ajo-ohjaimen käyttö oli mahdollista. Plugin käyttö virta-avaimena oli käytössä ainakin eräissä ruotsalaisvalmisteisissa sähköpyörätuoleissa. Haittana oli se, että mikäli virta-avain unohdettiin pyörätuoliin, saattoivat akut purkautua muutaman viikon aikana. Tämän vuoksi virtalukon yhteyteen lisättiin LED-merkkivalo. Kuvassa 65 on avattuna oikeakätinen sivukotelo.



Kuva 65. Sivukotelo avattuna.

7.7.7 Painopisteen säädön karamoottori

Painopisteen säädön karamoottoriksi valittiin Linakin valmistama tyyppi LA 28 (liite 12), joka oli sama laite kuin koekäyttölaitteessa, mutta hieman hitaampi versio. Tällöin saatiin enemmän voimaa ja käsin tehtävä painopisteen säätö saatiin tarkemmaksi.

Karamoottoria käytettiin sivukotelossa olleella vipukytkimellä releiden välityksellä. Lisäksi oli mahdollista liittää lisälaitteena ollut käsi-ohjain (kuva 66).



Kuva 66. Lisävarusteena ollut erillinen käsi-ohjain painopisteen säädölle.

Karamoottori suojattiin ylikuormitustilanteiden varalta kuitattavalla automaattivarokkeella. Ylikuormitus tapahtui lähinnä tilanteessa, jossa karamoottoria yritettiin ajaa, vaikka se oli jo häiriäasennossaan. Koska tätä pidettiin epätodennäköisenä, voitiin varoke sijoittaa hieman vaikeapääsyiseen paikkaan, kytkentäkotelon etupuolelle istuimen alle. Varoke mitoitettiin siten, että tarvittiin noin puolen minuutin jumitilanne, ennen kuin se laukesi. Tämä ei vielä vaurioittanut karamoottoria.

7.7.8 Kaapelointi

Ajo-ohjaimen valmistajan mukaan ei ollut tarpeellista käyttää suojattua kaapelointia, mutta siitä olisi tehtävä niin lyhyt kuin mahdollista [8]. Johdintyyppiä valittiin laajan käyttölämpötila-alueen omaava Radox 125 (liite 20). Tuotantomallin johdotukselle oli asetettu seuraavat vaatimukset:

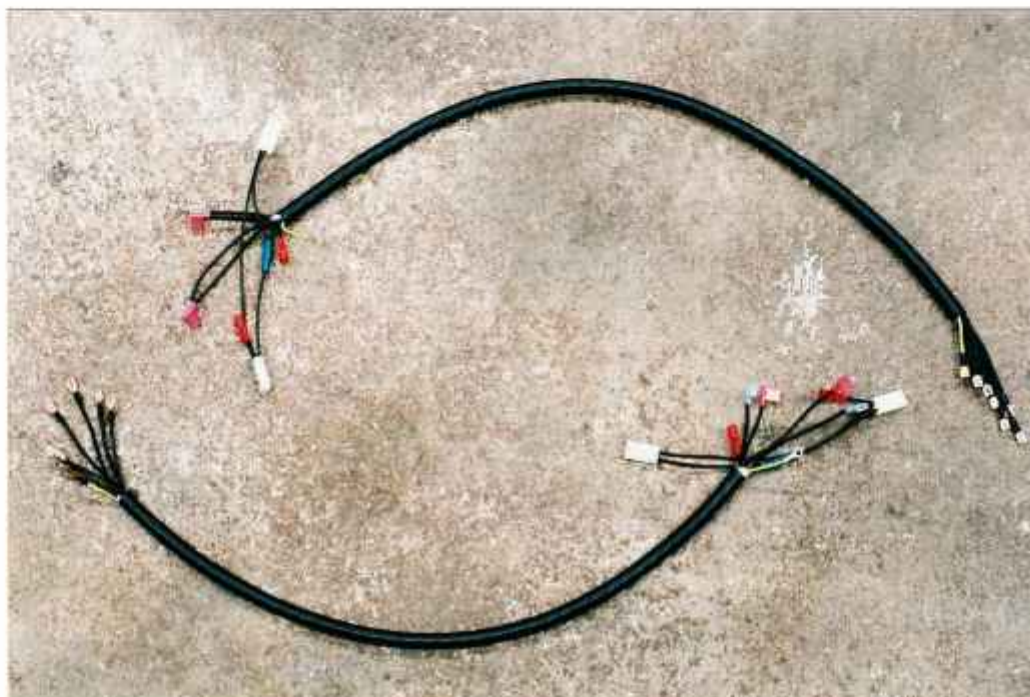
- musta väri
- laaja käyttölämpötila-alue
- taipuisa
- sulamaton eriste.

Musta väri haluttiin ulkonäkösyistä. Pyörätuolin metalliosien väriksi oli valittu musta. Eristeen sulamattomuudesta oli suuri hyöty tinattavissa liitoksissa, joita oli esimerkiksi ajo-ohjaimen 9-napaisessa erikoisliittimessä. Koska osa kaapeloinnista liikkuu ajon tai painopisteen säädön aikana, ovat taipuisuus ja pakkaskestävyys oleellisen tärkeitä kriteereitä laitteessa, joka on tarkoitettu ympärivuotiseen ulkokäyttöön. Suuresta lämmönkestävyydestä ei ole varsinaista käyttöteknistä hyötyä, koska ylikuormitustilanteissa ei saavuteta näin suuria johdinten lämpötiloja ilman vakavia laitevaurioita. Taipuisuutta tarvittiin varsinkin akselin kaapeloinnissa, joka jouduttiin jo asentaessa vetämään mutkalle kiertoliikkeen takia (kuva 67).



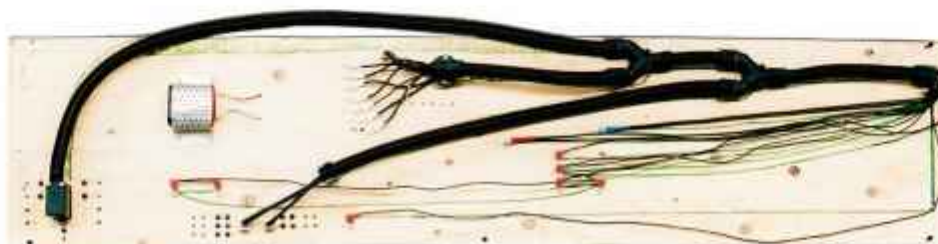
Kuva 67. Akselin kaapeloinnin kohta, jossa esiintyy jatkuvaa kiertoliikettä.

Akselin ja kytkentäkotelon välillä oli $7 \times 1,5 \text{ mm}^2$ kaapeli, jonka päissä oli yksinkertaisen asennuksen mahdollistavat liittimet (kuva 68). Kytken-
täkotelon sijainnista johtuen etu- ja taka-akselin kaapelit ovat eripituiset.



Kuva 68. Tuotantomallin akselikaapelit.

Akselikaapelien lisäksi pyörätuolissa oli pääjohtosarja, jossa johtimet sijoitettiin polyamidista valmistettuun taipuissaan suojaletkuun (liite 21). Kaapeloinnin poikkipintojen mitoitus perustui aikaisempaan kokemukseen, suoritettuihin kuormituskokeisiin ja Penny & Gilesin ohjeisiin [8]. Johtosarjat siirrettiin alihankkijan tehtäväksi laadittujen dokumenttien ja mallien perusteella. Kuvassa 69 on pääjohtosarjan testauslaite, joka valmistettiin varmuuden vuoksi.



Kuva 69. Pääjohtosarjan testauslaite.

7.7.9 Valo- ja äänimerkinantolaitteet

Euronormi EN 12184 edellytti sähköpyörätuolit varustettavaksi äänimerkinantolaitteella. Tämä toteutettiin sijoittamalla sivukoteloon voimakasääninen summeri (kuva 70). Ilmoitettu äänitaso yhden metrin päässä oli 76 dB ja taajuus 450 Hz.



Kuva 70. Äänimerkinantolaite.

Valolaitteista annettiin seuraava varustussuositus:

- 2 punaista heijastinta takana
- 4 keltaista heijastinta sivuilla
- 2 valkoista heijastinta edessä
- 4 keltaista suuntavilkkua
- 2 punaista takavaloa
- 2 valkoista etuvaloa.

Heijastimiksi valittiin E-hyväksytyt suorakaiteen muotoiset tarrakiinnitteiset heijastimet. Siisti asennus edellytti jälleen muutoksia muoviosien muotteihin.

Suuntavilkkulampuksi valittiin eräissä henkilöautoissa käytetty lisävilkkuvalotyyppi (kuva 71). Polttimon teho oli 3 W. Lamput sijoitettiin takalaatikon takaosaan ja sivukoteloihin.



Kuva 71. Suuntavilkkulamppu.

Takavaloksi valittiin ajoneuvoissa käytetty yleismallinen merkkivalo (kuva 72). Polttimon teho oli 1,2 W, mikä osoittautui riittäväksi. Takavalon sijoitettiin takalaatikon takaosaan.



Kuva 72. Takavalon valo.

Ajovaloksi valittiin polkupyöriin tarkoitettu valaisintyyppi, jonka etuosa toimi samalla heijastimena (kuva 73). Lamput sijoitettiin symmetrisesti istuimen etureunoihin. Polttimon teho osoittautui riittävän hyväksi (kuva 74). Toisaalta suuritehoisten lamppujen käyttö rajoittaa ajomatkaa, voi aiheuttaa häikäisyä ja lisätä todennäköisyyttä syväpurkaa akut. Lamput kiinnitettiin kumikiinnikkeillä vaurioitumisherkkyuden vähentämiseksi.



Kuva 73. Ajovalaisin.

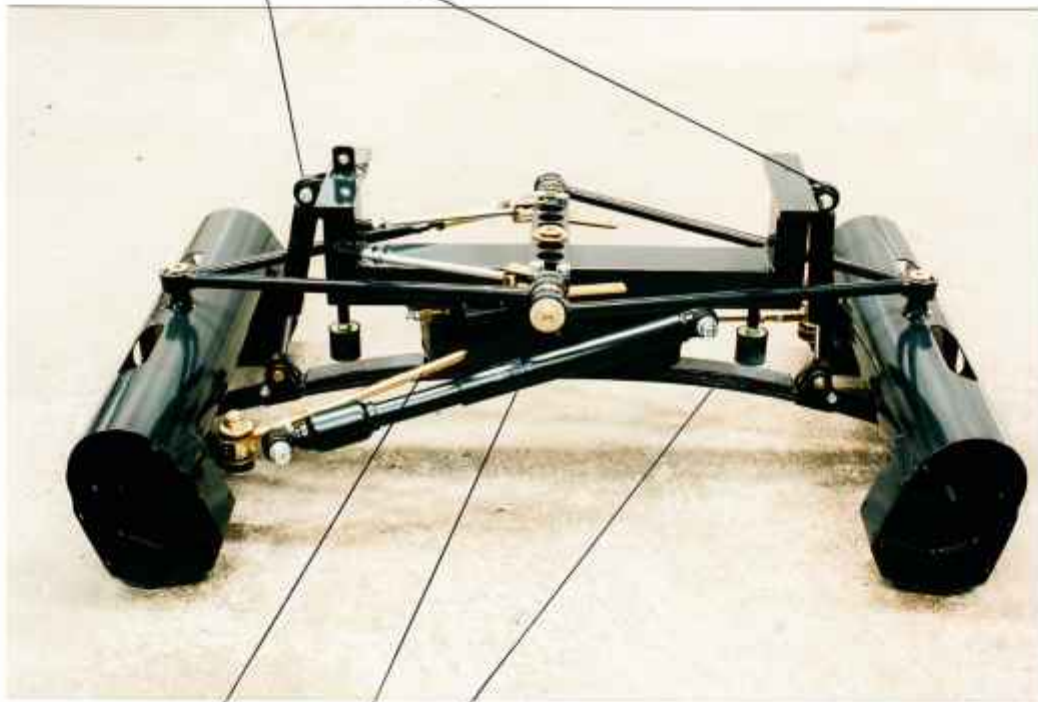


Kuva 74. Tuotantomallin ajovalot käytössä.

7.8 Vaimentimet

Lehtijousen kumpaankin päähän asennettiin iskunvaimentimet samaan tapaan kuin aikaisemmin valmistetuissa pyörätuoleissa. Ohjausiskunvaimentimeksi otettiin prototyypissä aikaisemmin testattu tyyppi, jonka vaimennusominaisuudet osoittautuivat riittäviksi tuotantomallissa. Kuvassa 75 on iskunvaimentimet asennettuina paikoilleen.

iskunvaimentimet



ohjausvarsi

ohjausiskunvaimennin

lehtijousi

Kuva 75. Tuotantomallin runko-osa osittain kokoonpantuna.

7.9 Renkaat

Koekäyttölaitteessa käytetty rengastyypin osoittautui luotettavaksi ja ajo-ominaisuuksiltaan tasapainoiseksi. Kyseessä olikin yksi niistä harvoista komponenteista, jotka säilyivät samoina. Renkaan karkea kulutuspin- takuvio (kuva 36) paransi pitoa monissa olosuhteissa. Toisaalta renkaisiin takertui helposti kiviä ja likaa, mistä on oma vaijansa. Vanne toteutettiin halkaistavana rakenteena asennus- ja huoltonäkökohtien takia.

7.10 Istuin ja käsituet

Tuotantomallin istuinrunkoon tehtiin kiinnitysreiät kahdelle valitulle istuintyypille, kotimaista valmistetta olevalle ja Recaro -istuimelle (kuva 76). Sähköjärjestelmään tehtiin varaus viimeksi mainitun istuimen sähkösäätöisten mallien liittäntään.



Kuva 76. Kaksi tuotantomallin istuinvaihtoehtoa. Vasemmalla puolella on kotimaista valmistetta oleva (Savon Verhoilu ky), josta oli useita koko- ja väri variaatioita. Vasemmalla puolella on Recaron perusmalli.

Käsitukina käytettiin solumuovista valettuja vakiokäsitukia, joissa oli puinen vahvike sisällä.

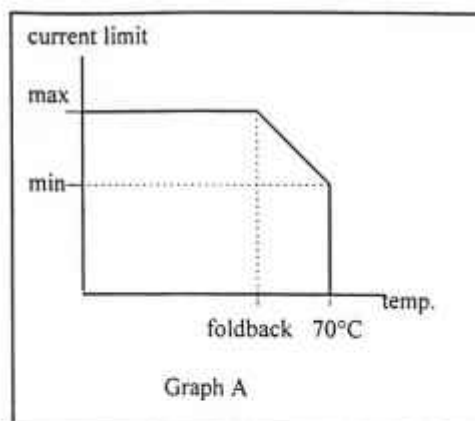
7.11 Ajo-ohjaimen ohjelmointi

Testattavaksi saadussa ajo-ohjaimessa olleet käyttöparametrit eivät soveltuneet ilman uudelleen ohjelmointia nelipyöräohjauksen toteuttamiseen. Toimintamallina olikin, että pyörätuolin valmistaja määrittelee testausensa perusteella käyttöparametreille tehdasarvot. Nämä arvot asetetaan jatkossa toimitettaviin ohjaimiin niiden valmistusvaiheessa. Tällöin voidaan varmistua kriittisten parametrien oikeista arvoista, ja muutenkin pyörätuolin käyttöönotto nopeutuu. Lisäksi ohjelmointilaitteella voidaan nopeasti palauttaa nämä perusarvot, mikäli niitä on jouduttu muuttamaan. Ajo-ohjaimessa oli huomattavan paljon ohjelmoitavia parametrejä. Nämä on esitelty liitteessä 18.

Kun ajo-ohjainta testattiin, havaittiin että ajamisen kannalta kriittisimpiä parametreja olivat kääntökiihtyvyyden (turn acceleration) ja kääntönopeudet (turn speed max ja turn speed min). Näille jouduttiin asettamaan suhteellisen pienet arvot, jotta pyörätuoli ei olisi "kiemurrellut".

Laitevaurioiden kannalta kriittisimpiä parametreja olivat kuitenkin ylikuumentumissuojaukseen liittyvä "foldback temperature" sekä virtarajan ylempi ja alempi arvo (current limit max ja current limit min).

Suojausjärjestelmä toimii siten, että "current limit max" on yhden moottoripiirin suurin mahdollinen virta. Ohjainta kuormitettaessa sen sisäinen lämpötila nousee. Kun lämpötila saavuttaa "foldback temperature" -tason alkaa maksimivirta laskea. Mikäli ylikuormitus jatkuu, saavutetaan jossain vaiheessa 70°C sisäinen lämpötila. Tällöin virta katkeaa kokonaan. Kun ohjain jäähtyy takaisin tälle tasolle, on suurin ohjaimesta lähtevä virta "current limit min" ja vähitellen nousee takaisin alkutilanteeseen. Muuttamalla "foldback temperature" -arvoa, voidaan siis vaikuttaa kuvaajan laskevan osan jyrkkyyteen (kuva 77). Ohjain suojaa moottoreita ja itseään ylikuumentumiselta, mutta parametrit on harkittava tarkkaan ja testattava käytännön kuormitustilanteissa.



Kuva 77. Ylikuormitussuojauksen toimintaperiaate [8].

7.12 Testaus

Nollasarjan ensimmäinen laite valmistui sopivasti kesällä 1997. Tällöin saatiin tutkittua ajo-ohjaimen lämpösuojausjärjestelmän toimintaa käytännön ajotilanteissa ja myös suhteellisen lämpimissä olosuhteissa. Samalla tutkittiin myös muiden rakenteiden kestävyyttä raskailla kuormituksilla, joista esimerkkinä kuva 78, jossa tutkitaan esteenylityskykyä.



Kuva 78. Tuotantomallin suorituskyvyn testausta.

Lämpösuojausjärjestelmä suojasi tehokkaasti moottoreita. Haittana oli, että kovemman ajon jälkeen jouduttiin odottamaan ohjaimen jäähtymistä, ennen kuin täysi suorituskyky oli käytettävissä. Lisäksi ajo-ohjaimen musta kotelo lämpeni herkästi auringonvalossa. Kokonaisuutena laiteratkaisut olivat kuitenkin varsin hyvin toimivia.

Rakennerratkaisuihin ei tarvittu suurempia muutoksia, eräs alimitoitettu nivel tosin jouduttiin suurentamaan. Painopisteen säätöalueesta saatiin halutunlainen.

7.13 Riskianalyysi

"Terveydenhuollon laite ja tarvike on suunniteltava ja valmistettava siten, ettei se sille suunnitelluissa olosuhteissa ja käyttötarkoituksen mukaisesti käytettynä vaaranna potilaan terveydentilaa ja turvallisuutta eikä käyttäjän tai tarvittaessa muun henkilön turvallisuutta ja terveyttä, sekä että laitteen ja tarvikkeen käyttöön mahdollisesti liittyvät riskit ovat potilaalle aiheutuvaan etuun nähden hyväksyttäviä ja yhteensopivia terveyden ja turvallisuuden suojelun korkean tason kanssa." [9].

"Valmistajan valitseminen terveydenhuollon laitteen ja tarvikkeen suunnittelua ja rakennetta koskevien ratkaisujen on oltava turvallisuuden yhdenmukaista koskevien periaatteiden mukaisia yleisesti tunnustettu alan tekninen taso huomioon ottaen.

Valitakseen sopivimmat ratkaisut valmistajan on sovellettava seuraavia periaatteita annetussa järjestyksessä:

poistettava tai vähimmäistettävä riskit (suunnitteluun ja valmistukseen luonnostaan kuuluva turvallisuus);

toteutettava tarvittaessa aiheelliset suojelutoimenpiteet, mukaan lukien tarvittaessa hälytysjärjestelmä riskeille, joita ei voida poistaa;

tiedotettava käyttäjille jäljellä olevista riskeistä, jotka johtuvat toteutettujen suojelutoimenpiteiden riittämättömyydestä." [9].

Tuotantomallin suunnittelu- ja kehitystyön yhteydessä tehtiin edellä mainitut seikat tiedostaen riskianalyysi euronormin EN 1441 mukaan. Analyysillä pyritään löytämään vastaukset seuraaviin kolmeen peruskysymykseen:

Mikä voi mennä väärin?

Kuinka todennäköisesti se tapahtuu?

Mitkä ovat seuraamukset?

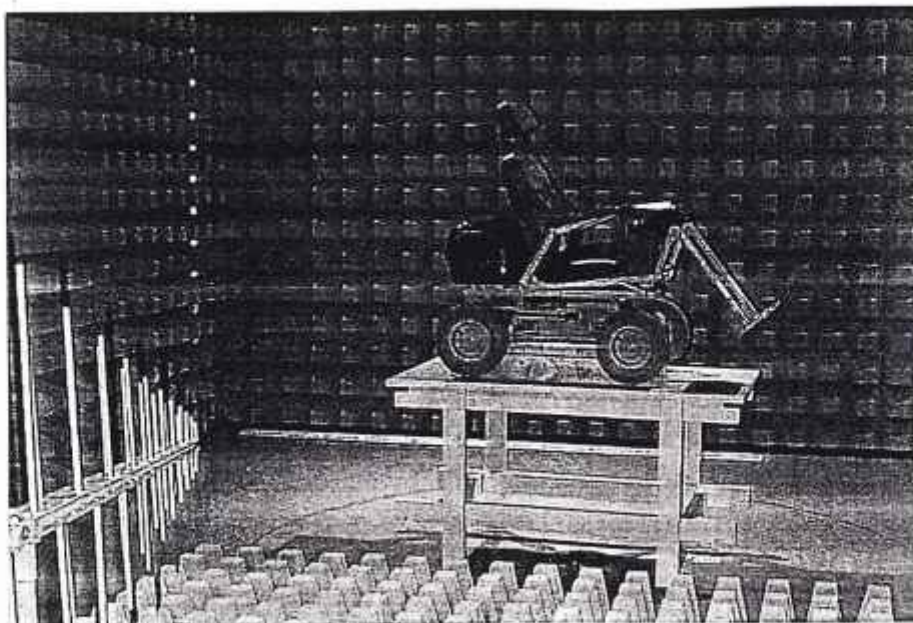
Koska suunnittelutyö tehtiin sähköpyörätuoleja koskevan normiston vaatimukset tiedostaen, voitiin useimmat riskit tiedostaa toimenpiteitä varten. Niistä riskeistä, joita ei saatu poistettua tai vähimmäistettyä, varoitettiin käyttöohjeessa. Näitä olivat esimerkiksi normaalista poikkeava suorituskyky ja toisiinsa nähden liikkuvista rakenteista aiheutuva litistymisvaara.

7.14 EMC-testi

Tuotantomallin ensimmäinen valmistunut pyörätuoli toimitettiin syksyllä 1997 VTT:lle EMC-testiin tarkoituksena varmistaa sähkömagneettinen yhteensopivuus. Tuolloin sovellettu standardi oli IEC 601-1-2, mutta Euroopanormiluonnos prEN 12184 oli olemassa ja siinä edellytettiin tehtäväksi seuraavat testit [10]:

- säteilevien häiriöpäästöjen mittaus
vaatimus EN 55022
- säteilevän sähkömagneettisen kentän sieto IEC 1000-4-3
vaatimus 10 V/m, 80 % AM-modulaatio
- Staattisen purkauksen sieto, IEC 1000-4-2
vaatimus, kosketuspurkaus 6 kV, ilmapurkaus 8 kV .

Ajo-ohjaimen valmistajan ohjeistusta [8] ei pystytty kaikilta osin noudattamaan kaapeloinnin suhteen, jonka piti tietyiltä osiltaan päästä liikkumaan eri ajo- ja ohjaustilanteissa sekä painopistettä säädettäessä. Lisäksi nelimoottoriratkaisun takia kaapelointi oli laajemmalla alueella kuin yleensä. Pyörätuoli kuitenkin läpäisi testin (raportti on liitteessä 22). Kuvassa 79 on mittaustilanne VTT:n testilaboratoriossa.



Kuva 79. Tuotantomallin EMC-testausta VTT:n testilaboratoriossa.

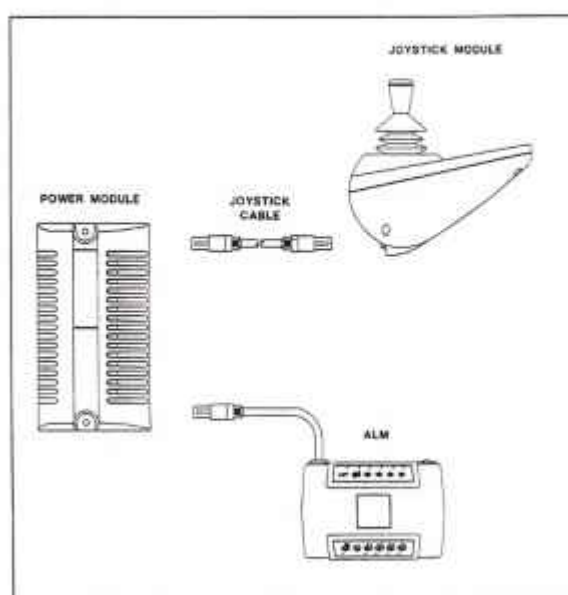
8 UUSI AJO-OHJAUSJÄRJESTELMÄ

8.1 Ajo-ohjausjärjestelmän esittely

Syksyllä 1998 saatiin tieto uudesta sähköpyörätuoleihin tarkoitettusta ajo-ohjausjärjestelmästä. Valmistaja oli sama kuin tähän asti käytetyllä ohjaimella. Järjestelmän nimenä oli "The Pilot+ family of wheelchair controllers", eli kyseessä oli niin sanottu tuoteperhe, johon kuului seuraavat osat:

- Power Module (tehopuolijohteet sisältävä osa, kaksi versiota)
- Joystick Module (ohjausyksikkö, kaksi versiota)
- Actuator & Lighting Module (yksikkö, johon liitettiin valot ja karamoottorit)
- Chin Module (nelirajahalvautuneelle käyttäjälle tarkoitettu leukaohjausyksikkö)
- Dual Attendant Module (varsinaisen ohjausyksikön lisäksi kytkettävä avustajan käyttämä ohjausyksikkö)
- tarvittavat erikoisliittimet ja kaapelit laitteiden kytkemiseen
- valikoima ohjaussauvan nuppeja (kuten edellisessäkin ohjaimessa).

Lisäksi järjestelmään liittyi entiseen tapaan ohjelmointilaitteet. Näiden versiot olivat muuttuneet, koska ohjelmoitavia parametrejä oli enemmän. Järjestelmän tekniset tiedot on esitetty liitteessä 23. Kuva 80 esittää järjestelmän peruskoonpanoa. Laitteet muodostivat helposti asennettavan ja siistin kokonaisuuden. Pyörätuolin kokoonpano yksinkertaistui huomattavasti, koska sivukoteloon ei tarvinnut enää asentaa sähkölaitteita.

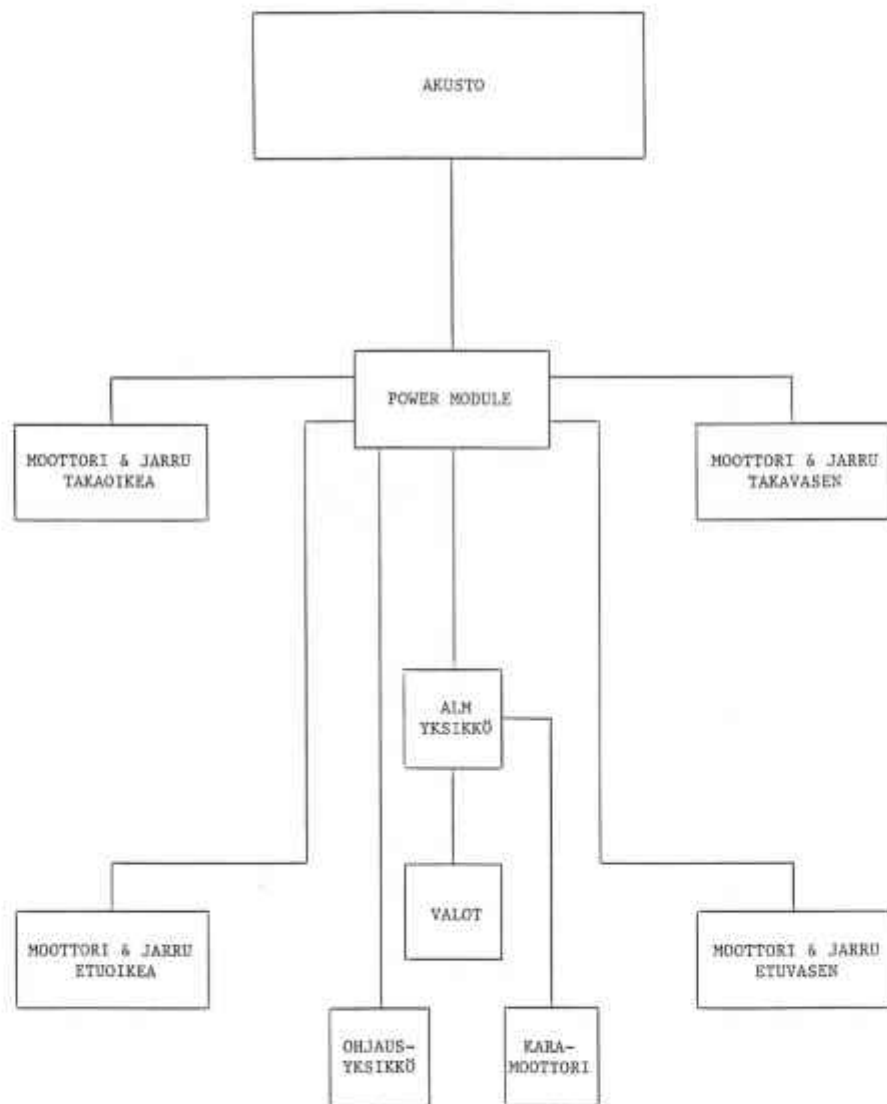


Kuva 80. Pilot+ perusosat [11].

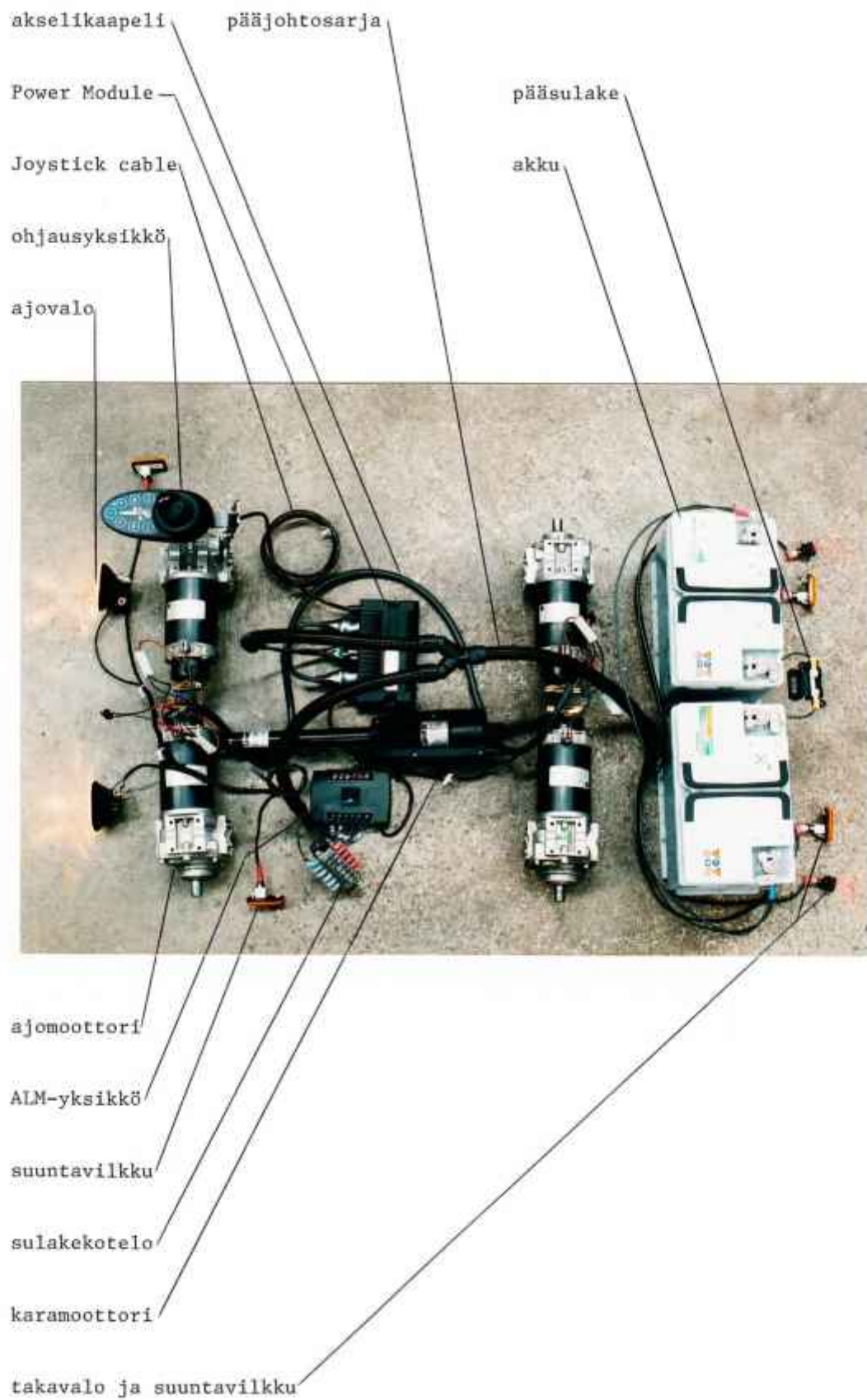
Sähköjärjestelmä jouduttiin suunnittelemaan uudelleen, vieläpä siten että uusi ajo-ohjausjärjestelmä olisi kohtuullisen yksinkertainen asentaa tarvittaessa myös aikaisempiin valmistettuihin pyörätuoleihin.

Koska ajomoottorityyppi säilyi entisenä, akselikaapeliin moottorin puoleisiin päihin ei tarvittu muutoksia, ja ratkaisu oli osoittautunut muutenkin toimivaksi. Muilta osin kaapelointi muuttui, tosin rakennetta saatiin yksinkertaistettua huomattavasti.

Uuden ajo-ohjausjärjestelmän lohkokaavio on esitetty kuvassa 81 ja piiri-kaavio on liitteessä 24. Kuvassa 82 esitellään sähköjärjestelmän komponentit.



Kuva 81. Tuotantomallin uuden sähköjärjestelmän lohkokaavio.

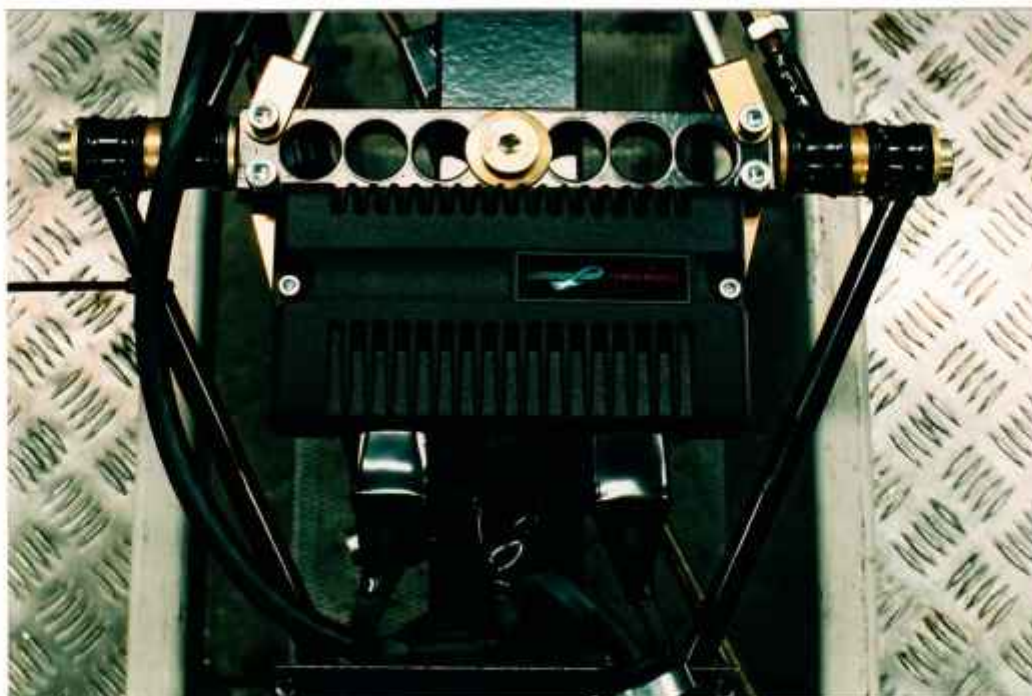


Kuva 82. Tuotantomallin uuden sähköjärjestelmän komponentit.

8.2 Sähköjärjestelmän uudet komponentit

8.2.1 Power Module

Power Module sisälsi tehopuolihohteet ja muistin, johon oli talletettuna käyttöparametrit. Laitteesta oli kaksi versiota: 50 A ja 80 A. Testeihin hankittiin 80 ampeerin versio, joka kuitenkin varsin pian ohjelmoitiin 50 ampeerin maksimivirrälle, koska suorituskyky oli riittävä. Tästä oli sekin hyöty, että pääsulakekoko ja kaapeloinnin poikkipinnat säilyivät entisinä. Laite sijoitettiin istuimen alle paikkaan, jossa aikaisemmin oli kytkentäkotelo. Kuvassa 83 on Power Module asennettuna paikalleen.



Kuva 83. Pilot+ -järjestelmän "Power Module" asennettuna tuotantomalliin.

8.2.2 Joystick Module

Ohjausyksikköä (Joystick Module) oli kahta eri versiota: valojen ohjauskytkimillä tai ilman. Tuotantomallissa oli valolaitteet, joten luonnollisesti valittiin ensin mainittu versio. Ohjausyksikössä oli myös sisärakenneinen äänimerkinantolaite. Lisäksi ohjaussauvalla pystyttiin ohjaamaan karamoottoreita. Maksiminopeuden säätö oli viisiportainen, tämä valittiin niin ikään ohjaussauvalla. Ohjausyksikön etuosassa sijaitsi latausliitin, joka toimi samalla virtalukkona.

Laite sijoitettiin käsituen yhteyteen pituus- ja korkeussuunnassa säädettävään kiinnikkeeseen. Törmäyssuojaksi ja pöydän alle ajon estämiseksi laitteen ympärille tehtiin suojarauta (kuva 84).



Kuva 84. Pilot+ -järjestelmän ohjausyksikkö asennettuna tuotantomalliin.

8.2.3 Actuator & Lighting Module

ALM-yksikkö (Actuator & Lighting Module) sisälsi ohjauselektroniikan järjestelmään kytkettäville valolaitteille ja karamoottoreille, joita voitiin kytkeä peräti viisi. Karamoottorilla säädettäviksi toiminnoiksi oli tarkoitettu jalkalaudat (yhdessä tai erikseen), istuimen korkeus, istuimen kaltevuus ja selkänojan asento. Tuotantomallissa ALM-yksikköön kytkettiin painopisteen säädön karamoottori. Koska laitteessa oli elektroninen ylikuormitussuoja, voitiin luopua automaattivarokkeesta. Karamoottoreiden ja valolaitteiden liitännät tehtiin riviliittimillä, joissa liitos perustui jousivoimaan. Valolaitteiden käyttöjännite oli stabiloitu 12 V, jolloin akuston jännite ei vaikuttanut lamppujen kirkkauteen. Tästä oli lisäksi hyötynä laajempi polttimovalikoima. Tämä mahdollisti kirkkaampien lamppujen käytön.

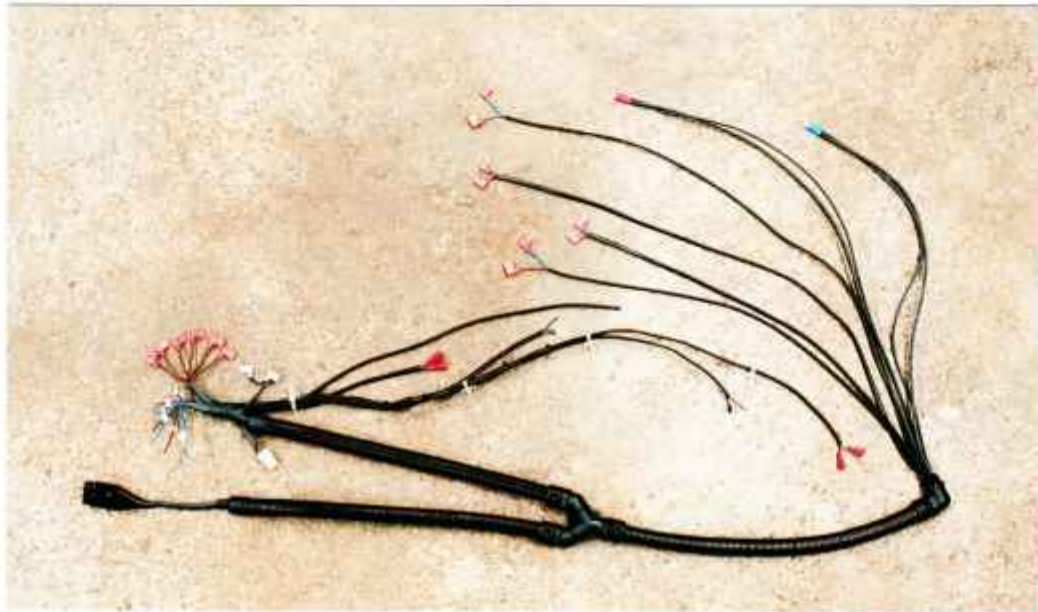
Laite sijoitettiin istuimen alapuolelle istuinrunkoon (kuva 85).



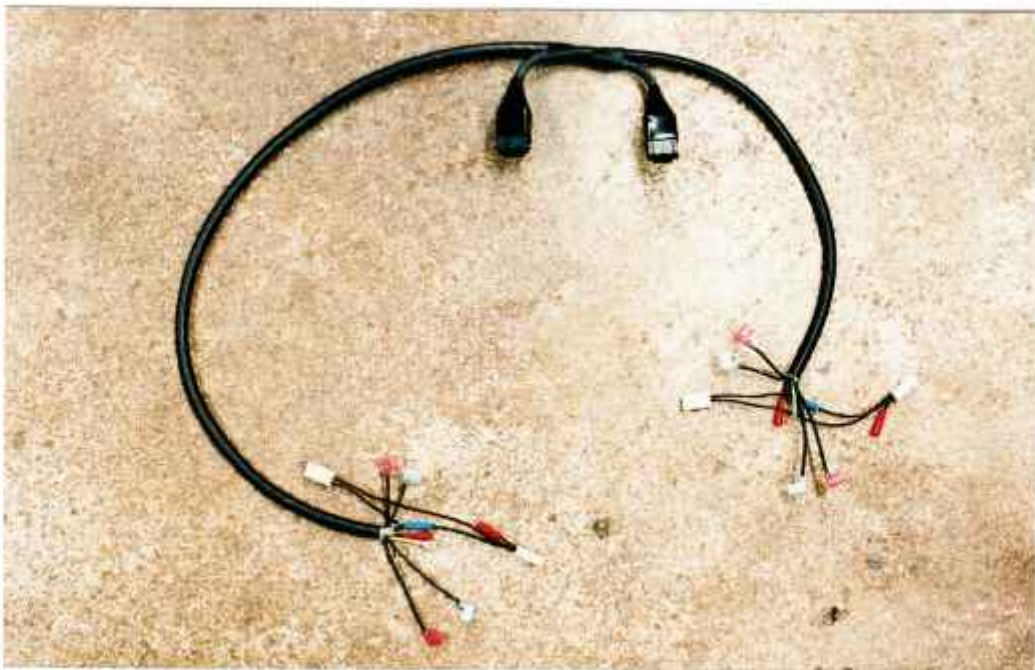
Kuva 85. Pilot+ -järjestelmän ALM-yksikkö (Actuator & Lighting Module) asennettuna tuotantomalliin. Yksikköön on kytketty kuvan alaosassa näkyvä painopisteen säädön karamoottori.

8.2.4 Pääjohtosarja ja akselikaapeli

Kaapelointi saatiin toteutettua kahdella omaa suunnittelua olevalla osalla, pääjohtosarjalla (kuva 86) ja akselikaapelilla (kuva 87). Nämä toteutettiin samoilla materiaaleilla ja komponenteilla kuin aikaisemmin, paitsi virtaliittimet muuttuivat toisen tyyppisiksi.



Kuva 86. Pääjohtosarja



Kuva 87. Akselikaapeli

8.3 Ajo-ohjausjärjestelmän ohjelmointi ja testaus

Heti alkuvaiheessa havaittiin, että 50 ampeerin maksimivirta oli riittävä vaadittavan suorituskyvyn saavuttamiseen. Ajo-ohjain ei lämmennyt kuormitettaessa läheskään niin herkästi kuin edellinen ohjain. Ajo-ohjain ei myöskään altistunut auringon valolle, joka vaikutti yllättävän paljon aikaisempaan ohjaimen. Toisaalta nyt oli suurempi todennäköisyys ajomoottorien ylikuormitukseen. Tämän takia suoritettiin useita kokeita, joissa kuormitettiin moottoreita eri tilanteissa. Tarkoituksena oli etsiä parhaat mahdolliset käyttöparametrit, jotta ei tarvitsisi tinkiä suorituskyvystä, ja toisaalta moottorien suojaus olisi mahdollisimman hyvä.

Testit suoritettiin siten, että kahden eri piirin moottoreiden sisälle sijoitettiin termoelementtianturi mahdollisimman lähelle moottorin ankkuria. Kolmas anturi sijoitettiin ajo-ohjaimen sisälle. Muutaman viikon aikana saatiin selville riittävän hyvät käyttöparametrit. Testien aikana moottoreita myös turmeltui (kuva 88). Pahin mahdollinen tilanne syntyy, jos saman moottoripiirin toinen moottori pyörii vapaasti ja toisen pyöriminen on estynyt. Tällöin viimeksi mainitun moottorin nimellisvirta ylitetään moninkertaisesti. Kuvatunlainen tilanne on kuitenkin erittäin epätodennäköinen.



Kuva 88. Voimakkaan ylikuormituksen seurauksena ylikuumentunut ajomoottorin ankkuri, joka on osittain oikosulkeutunut sisäisesti.

8.4 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Koska ajo-ohjausjärjestelmä muuttui, käyttöohje jouduttiin laatimaan lähes kokonaan uudelleen. Siinä käytettiin runsaasti kuvitusta, jolla selvitettiin pyörätuolin käyttöön liittyviä näkökohtia. Ajo-ohjaimen osalta käyttöohjeet ja kuvitus pohjautui laitetoimittajan materiaaliin. Ajotilanteiden opastus perustui valokuvasarjoihin, jotka ulkopuolinen graafikko muokasi pelkistetympään muotoon. Tästä on esimerkkinä kuvat 89 ja 90.



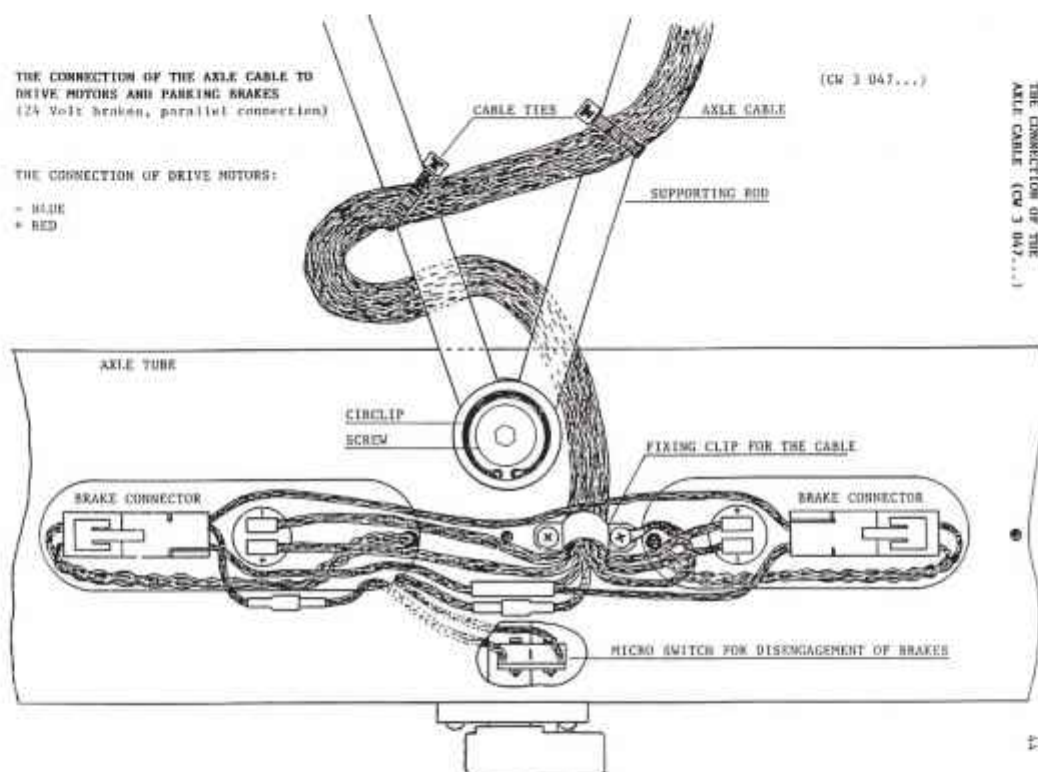
Kuva 89. Esteenylitystilanteen ohjeistus. Kuvasarjan toisen kuvan raakaversio.



Kuva 90. Esteenylitystilanteen ohjeistus. Kuvasarjan toinen kuva käyttöohjeeseen muokattuna.

Käyttöohjeessa – kuten yleensä – oli suhteellisen paljon kieltoja sekä varoituksia. Näillä muistutettiin pyörätuolin käyttöön liittyvistä riskeistä. Euronormi EN 12184 edellytti myös, että käyttöohjeessa on mainittava tietyissä erikoistilanteissa ilmenevistä riskitekijöistä. Käyttäjätason huoltotoimet selvitettiin myös seikkaperäisesti. Käyttöohjeen suomenkielinen versio on tämän päättötyön osassa 2.

Huolto-ohjeet niin ikään pohjautuivat edelliseen versioon, mutta kuvien käyttöä lisättiin. Hajotuskuvat olivat CAD-kuvia, mutta tietyt kohteet selvitettiin edelleen osittain tai kokonaan käsin piirretyillä kuvilla. Tästä on esimerkkinä kuva 91, jossa esitetään akselikaapelin kytkentä ajomoottoreihin.



Kuva 91. Pienennös huolto-ohjeen englanninkielisen version sivusta, jossa esitetään akselikaapelin kytkentä ajomoottoreihin.

Edelliseen versioon verrattuna uuden version huolto-ohjeet olivat hieman yksityiskohtaisemmat. Muun muassa ruuviliitosten kiristysmomentit ja lukiteaineiden käyttö selvitettiin perusteellisemmin. Huolto-ohjeen suomenkielinen versio on tämän päättötyön osassa 2.

9 HYVÄKSYTTÄMINEN

Sähköpyörätuolit kuuluvat lääkitälaitteiden tuoteluokkaan I, mikä tarkoittaa pienimmän mahdollisen riskin aiheuttavaa tuoteryhmää. Näiden tuotteiden CE-merkintä voidaan tehdä valmistajan vastuulla, eikä niille saa tehdä ennakkotarkastuksia. Turvallisuuden valvonta perustuukin markkinavalvontaan, jossa tärkeänä keinona on vaaratilanteiden ilmoitusmenettely. Tämän merkitys korostuu tuoteluokassa I, jossa vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa ei ole tarvinnut käyttää niin sanottua ilmoitettua laitosta (Notified body) [3 ja 9].

On kuitenkin hyödyllistä varmistaa vaatimustenmukaisuus ilmoitetulla laitoksella, joka pystyy suorittamaan normien mukaiset testit. Tietyillä markkina-alueilla myös vaadittiin testilaitoksen hyväksyntä, tosin näissä tapauksissa voi olla myös maakohtaisia erityisvaatimuksia. Valmistajan, varsinkin pienemmän kannalta testauttaminen on hyödyllistä, koska tiettyjen testien normien mukainen suoritus vaatii kallista erikoiskalustoa ja -tiloja.

Suomessa voitiin teettää vain EMC-testi. Muut testit teki hollantilainen TNO Automotive. Koska ajo-ohjausjärjestelmä oli muutettu, jouduttiin myös EMC-testi tekemään uudelleen. Pyörätuoli toimitettiin testattavaksi kesäkuussa 1999 ja hyväksytty raportti saatiin vasta kesäkuussa 2000. Viivettä aiheutti muun muassa se, että nelivetoratkaisun takia erästä testiä ei pystytty tekemään normissa määritellyllä tavalla. Testin suorittamiseksi laitokselle jouduttiin toimittamaan toinen pyörätuoli, josta oli poistettu ajomoottorien hammaspyörät. Tällä modifioinnilla saatiin tehtyä kestävyystesti tärisevällä rumpuradalla. Toinen ongelma oli niin ikään nelivetoratkaisuun liittyvä suurempi energian kulutus. Tämä ratkaistiin niinkin yksinkertaisesti kuin antamalla suurempi renkaiden täyttöpainesuositus. Muut esille tulleet pienemmät ongelmat saatiin ratkaistua suhteellisen yksinkertaisesti ilman tuotenäytteiden toimittamista. Raportin rakenne oli seuraava:

- General requirements
- Design requirements
- Performance requirements
- Electrical requirements
- Information supplied by manufacturer.

10 NELIVETOISEN SÄHKÖPYÖRÄTUOLIN KEHITYSTYÖ

10.1 Kehitystyön vaiheet

1993

- prototyypin valmistaminen aloitetaan Kutolin konelaboratoriossa
- prototyyppi valmistuu

1994

- talven aikana ajetaan noin 500 km testiajtoa
- Chasswheel oy perustetaan
- Chasswheel oy aloittaa toimintansa Telmet oy:n tiloissa Kuopion Kelloniemessä

1995

- koekäyttölaitteen valmistus aloitetaan
- prototyyppiin asennetaan tehdasvalmisteinen ajo-ohjain
- prototyypille tehdään tekninen tarkastus KYS:ssä
- koekäyttölaitetta esitellään apuvälinemessuilla Lahdessa
- koekäyttölaite luovutetaan loppukäyttäjälle

1996

- koekäyttölaitteen dokumentaatio valmistuu

1997

- koekäyttölaitteella on ajettu 1000 km
- Chasswheel oy jatkaa toimintaansa Autorobot oy:ltä vuokratuisissa tiloissa Kuopion Neulamäessä
- 0-sarjan ensimmäinen laite valmistuu
- pyörätuoli esitellään apuvälinemessuilla Tampereella ja Saksassa
- EMC-testi läpäistään

1998

- ensimmäinen tuotantomallin laite toimitetaan käyttäjälleen

- CE-merkintä tulee pakolliseksi apuvälineissä
- tuotantomalli esitellään apuvälinemessuilla Saksassa

1999

- uusi ajo-ohjausjärjestelmä saadaan testattavaksi
- uusi ajo-ohjausjärjestelmä otetaan käyttöön
- tuotantomallin uusi versio toimitetaan testattavaksi Hollantiin
- tuotantomallin uusi versio esitellään apuvälinemessuilla Lahdessa ja Saksassa

2000

- 50. sähköpyörätuoli valmistuu
- saadaan hyväksytty testiraportti Hollannista.

10.2 Kehityskohteita

Asiakaspalautteen perusteella tärkeimpiä kehityskohteita ovat erilaiset sähkösäätöiset ominaisuudet kuten jalkatuen säätö ja ylösnouseva istuin. Nämä ovat vaativia projekteja, koska normeissa määritellään tietyt vaatimukset, jotka on täytettävä. Vaatimustenmukaisuuden varmistaminen saattaa vaatia testilaitoksen käyttöä.

Pyörätuolin käytettävyyden parantaminen sisätiloissa olisi hyödyllinen, mutta erittäin vaativa projekti, jos muista ajo-ominaisuuksista ei haluta tinkiä.

Mahdollisuuksien mukaan olisi myös vähennettävä pyörätuolin energiankulutusta. Neljän ajomoottorin ja neljän seisontajarrun häviöteho on luonnollisesti suurempi kuin perinteisessä kaksivetoratkaisussa.

Lisävarusteita pitäisi myös kehittää tietyssä laajuudessa, samoin kuin lisäämään säilytystilaa käyttäjien mukanaan kuljettamille pienesineille.

Loppusanat

Hannu Knutisen vuosikausia jatkuneen pohjatöön ansiosta minulla oli tilaisuus lähteä mukaan projektiin, jossa lähtökohtana oli prototyypin sähköjärjestelmän jatkokehitys. Näin lähti liikkeelle monivaiheinen vuosia kestänyt prosessi, jonka tuloksena syntyi sarjavalmistuskelpoinen tuote, joka laajensi aktiivisen liikuntarajoitteisen henkilön elämänpiiriä. Kuvassa 92 on eräitä yksilöitä syksyyn 2000 mennessä valmistetusta 60:stä nelivetoisesta sähköpyörätuolista.



Kuva 92. Neljä nelivetoista sähköpyörätuolia. Vasemmalla puolella on omassa testikäytössä oleva tuotantomallin ensimmäinen yksilö.

Kehitystyön menetelmät olivat kokeellisia, ja rakenteiden mitoitus perustui pitkälti tuotekehittäjäkaksikon monivuotiseen kokemukseen erilaisten koneiden, laitteiden ja kulkuneuvojen parissa. Tietty ennakkoluottomuus ja mielenkiinto pitkäjännitteiseen suunnittelutyöhön oli myös välttämätöntä. Tutustuminen vammaisiin henkilöihin heidän elinympäristönsään oli niin ikään tärkeä tiedonlähde tuotekehitykselle.

LÄHTEET

- 1 Ahola, R., Heusala, H. & Myllylä, R., Analogiaelektronikan perusteet. Sähköinsinööriiliiton julkaisuja 2, INSKO 1986 426 s.
 - 2 Kauppa- ja teollisuusministeriön valtion hankinnoista annetun asetuksen (1416/93) perusteella 22.12.1993 vahvistamat julkisten hankintojen yleiset sopimusehdot (JYSE 1994).
 - 3 Terveysthuollon laitteita ja tarvikkeita koskevat säädökset yhdyvät Euroopassa. Lääkelaitos 1996 26 s.
 - 4 ISO 7176 Wheelchairs - parts 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14 & 15.
 - 5 prEN 12182:1997 Technical aids for disabled persons - General requirements and test methods.
 - 6 EN 1441:1997 Medical devices - Risk analysis.
 - 7 prEN 12184:1997 Electrically powered wheelchairs, scooters and their chargers - Requirements and test methods.
 - 8 Pilot series Powerchair Controller. Technical Manual SK73291/1 April 1996.
 - 9 Sosiaali- ja terveysministeriön määräyskokoelma 1994:66.
 - 10 Sorri, E., kirjallinen tiedonanto 15.8.1997. VTT Automaatio Pro Techno.
 - 11 Pilot+ Digital Powerchair Control System. Technical Manual SK74328/1 July 1998.
- Valokuva 4 Juhani Peltola
- " 6 Pekka Vihonen
- " 7 Pekka Vihonen
- " 11 Pekka Vihonen

Valokuva 12 Pekka Vihonen

" 24 Arja Vähäsöyrinki-Hätinen

Muut valokuvat: Pekka Forsström

LIITTEET

- 1 United States Patent. Chassis structure of vehicle.
Patent Number: 4,688,811.
- 2 Lindell, H., Uusi suomalainen keksintö: Oiva alusta ajoneuvoon.
Tekniikan Maailma 43 (13) 1987, s. 53.
- 3 CAD-kuvia prototyypistä (Pekka Vihonen).
- 4 Otteita esitteestä Dunkermotoren.
- 5 DC-moottorin säädin PoCoSpeed, tekniset tiedot.
- 6 Karamoottori Linak LA 22, tekniset tiedot.
- 7 Karamoottori Linak LA 32, tekniset tiedot.
- 8 Ajo-ohjain Curtis PMC 1202A, tekniset tiedot.
- 9 Sähköpyörätuoli Chasswheel 4x4 tekninen tarkastus. KYS/apuvälinehuolto.
- 10 Koekäyttölaitteen piirikaavio.
- 11 Koekäyttölaitteen ajomoottori, mitoituskuva.
- 12 Karamoottori Linak LA 28, tekniset tiedot.
- 13 Kaapeliesite, Nokia Kaapeli.
- 14 Koekäyttölaitteen hajotuskuvat.
- 15 CAD-kuva tuotantomallista (Hannu Reiman)
- 16 Sivukotelon suunnittelukuva.
- 17 Tuotantomallin sähköjärjestelmän piirikaavio
- 18 Ajo-ohjain Penny & Giles Pilot 50A, tekniset tiedot

- 19 Tuotantomallin ajomottori, mitoituskuva
- 20 Kaapeliesite Radox 125, Huber & Suhner.
- 21 Reiku -suojaletkut, tekniset tiedot.
- 22 Sähköpyörätuolin EMC-testiraportti, VTT.
- 23 Ajo-ohjausjärjestelmä Penny & Giles Pilot+, tekniset tiedot.
- 24 Tuotantomallin uuden sähköjärjestelmän piirikaavio.

United States Patent [19]
Knuutinen

[11] **Patent Number:** 4,688,811
 [45] **Date of Patent:** Aug. 25, 1987

- [54] **CHASSIS STRUCTURE OF VEHICLE**
 [76] **Inventor:** Hannu Knuutinen, *Kantatie 6. B. 16*
 SF-20220 Kuopio, Finland
 [21] **Appl. No.:** 842,258 *R 921-231 562*
 [22] **PCT Filed:** Jun. 19, 1985
 [86] **PCT No.:** PCT/FI85/00056
 § 371 Date: Feb. 20, 1986
 § 102(e) Date: Feb. 20, 1986
 [87] **PCT Pub. No.:** WO86/00269
 PCT Pub. Date: Jan. 16, 1986

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

447703	7/1927	Fed. Rep. of Germany
870646	3/1953	Fed. Rep. of Germany
2256934	5/1973	Fed. Rep. of Germany
1040882	10/1953	France
116045	8/1926	Switzerland
1222610	2/1971	United Kingdom
1579797	11/1980	United Kingdom

Primary Examiner—Richard A. Bertsch
Attorney, Agent, or Firm—Cushman, Darby & Cushman

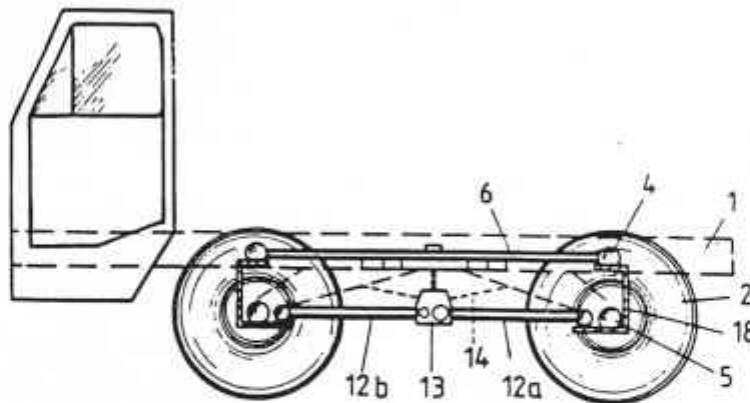
- [30] **Foreign Application Priority Data**
 Jun. 21, 1984 [FI] Finland 842534
 [51] **Int. Cl.⁴** B62A 61/10; B62A 3/02
 [52] **U.S. Cl.** 280/91
 [58] **Field of Search** 280/91, 104, 688, 691,
 280/111

[57] **ABSTRACT**

A chassis structure of a vehicle or a working machine, to which belong the axles (3) of the wheels (2) connected to the frame (1) of the vehicle, which axles are articulated to the frame in such a way, that the wheels have been arranged mobile in the height direction of the vehicle. The handling characteristics of the present vehicles and working machines on an uneven surface are bad. According to the invention the axles are connected to the frame of the vehicle or the working machine with the intermediation of fastening organs (4, 5), favourably ball-and-socket joints, placed on the opposite sides of the axles to be moved in the length direction of the vehicle in regard of the connection spot.

- [56] **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS
 3,273,912 9/1966 Crockett 280/104
 3,471,166 10/1969 Clark 280/91
 3,504,928 4/1970 Reimer 280/91
 3,521,899 7/1970 Whitehead 280/91
 3,977,693 8/1976 Gamaunt 280/91

5 Claims, 6 Drawing Figures



4,688,811

1

CHASSIS STRUCTURE OF VEHICLE

The object of the invention is a chassis structure of a vehicle or a working machine, to which belong the axles of the wheels connected with the frame of the vehicle or the working machine, which are articulated to the frame in such a way, that the wheels have been arranged mobile in the height direction of the vehicle.

When driving with vehicles or working machines on an uneven surface such as in a terrain or on a road of a very bad condition the vehicles and working machines sway when their wheels hit the rises and depressions of the earth surface, whereby the driving of them is troublesome and their handling characteristics are poor. The axles of the wheels can be fastened articulated to the frame of the vehicle, whereby the weight will be divided evenly. When moving on an uneven surface the vehicles and working machines should be steered in the most efficient way and using the smallest possible turning radius, but off-the-road vehicles and working machines are troublesome to steer in a limited space.

The aim of the invention is to bring forward the chassis structure of the vehicle or working machine, by which better handling characteristics compared with the known structures are achieved when driving on an uneven surface. Additionally, the aim of the invention is to bring forward a chassis structure, with the help of which the vehicles and working machines can be steered efficiently in the wished direction. Further the aim of the invention is to bring forward the chassis structure, which is easy to use and dependable.

The aim of the invention is achieved by means of the chassis structure,

According to the invention the axles of the vehicle or the working machine are connected to the frame of the vehicle or the working machine through the intermediation of fastening organs, favourably ball-and-socket joints placed on the opposed sides of the axles, to be moved in the length direction of the vehicle in regard of the connection spot. The axles are favourably ordinary rigid axles or other axles suitable for the purpose. The fastening organs make possible the mobile articulation of the axles and the moving of the wheels as well in the height as the length direction of the vehicle or the working machine either separately or simultaneously, e.g. when the wheels move in the height direction of the vehicle in accordance with the unevenness of the terrain and they are turned for steering of the vehicle. The fastening organs are placed on the opposite to the each other, whereby the connecting of the axle to the frame is easy.

The vehicle of the working machine can easily be equipped with a regulating device of the side declination, such as a manually operated or an automatic regulating device of the gyro horizon. In biaxial vehicles both axles can be tractive without differential intermediate gears, which is advantageous both in traction and in braking. The chassis structure in accordance with the invention is suitable for use in all vehicles and working machines, such as e.g. tractors, loaders, workers machine chassis, towed objects and corresponding. With the help of that the vehicle or the working machine can be steered with a very small turning radius or even transferred sidewise in certain applications. Due to the chassis structure the vehicle or working machine can be steered very efficiently in all kinds of terrain conditions and simultaneously preserve the efficiency and the grip

2

of the wheels of the vehicle or the working machine, because all the wheels are pressed against the earth in all terrain conditions with the same force.

In the following the invention is explained more in detail by referring to the attached drawing, where

The FIG. 1 presents an application in accordance with the invention of the chassis structure of a working machine seen from the side and partly in section,

The FIG. 2 shows the chassis structure according to the FIG. 1 seen from above,

The FIG. 3 shows the chassis structure according to the FIG. 1 seen from below.

The FIG. 4 presents an application in accordance with the invention of the chassis structure of a vehicle seen from the side and partly in section.

The FIG. 5 shows the chassis structure according to the FIG. 4 seen from above, and

The FIG. 6 shows the chassis structure according to the FIG. 4 seen from below.

In FIGS. 1-3 is presented an application of the chassis structure in accordance with the invention used in an unsprung vehicle or working machine. The axles 3 are rigid axles, at the ends of which the wheels 2 are placed. The axles are from their middle articulated to the frame

1 of the vehicle or the working machine through the intermediation of the ball-and-socket joints 4, 5. Instead of the ball-and-socket joints corresponding organs, such as e.g. differential spiders can be used. The axle is fastened to the axial beam 18, to which the ball-and-socket joints 4, 5 in this application are fastened above and below the axle opposite to each other in the same line with the axle. The ball-and-socket joint 5 located below is connected directly to the body of the vehicle, which in the FIG. 1 is depicted in broken lines.

The ball-and-socket joint 4 fastened in the middle above the axle is connected to the supporting arm 6, which in this solution is arranged to connect both the axles of the vehicle. The supporting arm is mainly a parallelogram to its form and it is from its middle parts bearing attached to the end of the intermediary support 7, which intermediary support in this application has the form of a triangular supporter. The intermediary support is fastened by means of bearings 19 from the other end to the frame 1 of the vehicle.

The ends 10, 11 of the axles on the opposite sides of the vehicle are connected with each other through tie rods 12a, 12b, the other ends of which are connected articulated to the steering arm 13. The steering arm is articulated mobile to the frame 1. In addition to the chassis structure in the application presented in the FIGS. 1-3 the control cylinders 14 acting as power units, with the help of which the steering arm can be moved for steering of the vehicle. For the moving of the steering arm can, however, also other known for the purpose suitable devices be used.

When driving with a vehicle presented in the FIGS. 1-3 in uneven terrain the axle is declining in accordance with the unevenness of the terrain. Hereby the axle can decline due to the ball-and-socket joints 4, 5 so, that supporting arm 6 springs allowing a slight movement of the ball-and-socket joint in regard of the frame, at the same time supporting the axle and preventing swaying. When changing the direction of the vehicle the power unit 14 connected with the steering arm influence is exerted upon, which transfers the steering arm 13, and thereto fastened tie rods 12a, 12b in the wished direction. In FIG. 3 a position of the wheels is shown in broken lines, when turning the vehicle. The axles are

4,688,811

3

able to turn resting on the ball-and-socket joints and steered as well as supported by the tie rods. In addition the tie rods are articulated to the steering arm, so they do not make an obstacle for the motion of the wheels and axles in the vertical direction of the vehicle.

In another application of the invention the tie rods are connected articulated to the steering arm by means of power units e.g. cylinders, when by moving the tie rods in regard to each other the position of the wheels can be changed so, that the vehicle can be transferred in the sideward direction.

In the application presented in FIGS. 4-6 the axle beam 18 of the axles is connected by means of the ball-and-socket joint 5 located below the axle to the bearer arm 8, which from its other end is articulated to the frame of the vehicle. To the frame of the vehicle is formed a protrusion and inbetween the bearer arm and the protrusion spring organs 9 are placed in such a way, that they from one end are supported against the bearer arm and from the other end against the frame, whereby the vehicle is suspended. The bearer arm, which can be e.g. a triangular supporter arm, can also be equipped with a torsion rod spring or with other as such known spring suspension solutions.

From the middle above the axle is connected by a ball-and-socket joint 4 to the supporting arm 6, which in this application is a triangular supporter arm, the supporting arm bearing attached from the ends of the arms to the supporting axle 7, which axle is fastened by means of bearings from the middle to the frame of the vehicle with bearing 21. The ends 15, 16 on the same side of the supporting arm's supporting axles are connected with each other by intermediary arms 17, which are articulated to the ends of the axles.

When moving the vehicle in an uneven terrain the wheels are able to move in the vertical direction resting on the ball-and-socket joints, whereat the upper ball-and-socket joint 4 can due to the supporting arm, the axle and the tie rods somewhat move in regard of the frame and the said organs at the same time support the structure and abate the swaying. The steering system is similar and the function of it corresponding to that in an unsprung vehicle.

The invention is not limited to the presented favourable applications, but the invention can vary within the limits of the claims. E.g. as steering device for instance hydraulically boosted or by other known methods

4

boosted control unit apparatuses can be used. In towed vehicles the front axle is arranged to follow the hauling vehicle by means of a drawing beam and to operate with articulated and supported tie rod the back axle.

I claim:

1. Chassis structure of vehicle or working machine, to which belong the axles (3) of the wheels (2) fastened into the frame (1) of the vehicle or the working machine, which axles are articulated to the frame in such way, that the wheels have been arranged to be mobile in the height direction of the vehicle and in the length direction of the vehicle in regard of the connection spot by connecting the axles to the frame through the intermediation of the fastening organs (4, 5) placed opposite each other above and below the middle of the axle, characterized in, that one of the fastening organs (4) is connected to the supporting arm (6), which is connected bearing attached to the intermediary support (7), which is connected to the frame of the vehicle bearing attached and, that the ends (10, 11) of the axles located on the opposite sides of the vehicle are connected with each other by a tie rod (12), to which belong two rods (12a, 12b), which are from their other end connected to the steering arm (13) articulated to the frame of the vehicle in order to steer the vehicle.

2. Chassis structure in accordance with the patent claim 1, characterized in, that the other fastening organ (5) is connected to the bearer arm (8), which is from its other end articulated to the frame.

3. Chassis structure in accordance with the patent claim 1, characterized in, the steering arm is fastened a power unit (14), which is arranged to move the steering arm and/or the tie rods in regard of the frame.

4. Chassis structure in accordance with claim 1, characterized in, that inbetween the bearer arm and the frame are placed spring organs (9), which from one end are supported against the bearer arm and from the other end against the frame.

5. Chassis structure in accordance with claim 1, characterized in, that the supporting arm (6) is a triangular supporter arm, which is bearing attached to the frame through the intermediation of the supporting axle (7) and, that the ends (15, 16) of the supporting axles on the same side are connected to each other by intermediary arms (17), which are articulated onto the ends of the axles.

* * * * *

50

55

60

65

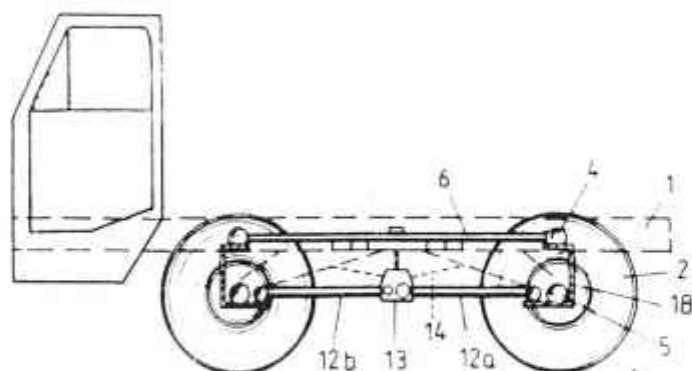


FIG. 1

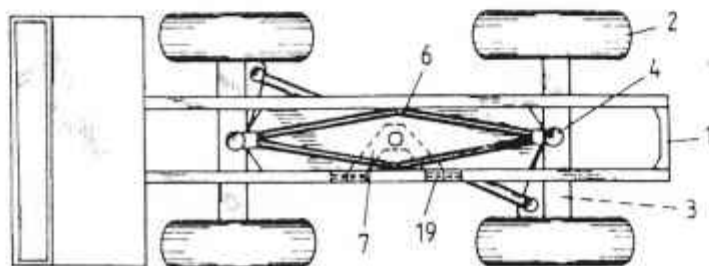


FIG. 2

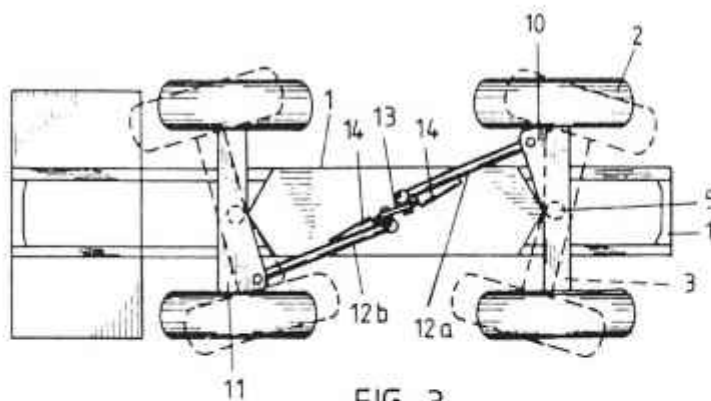
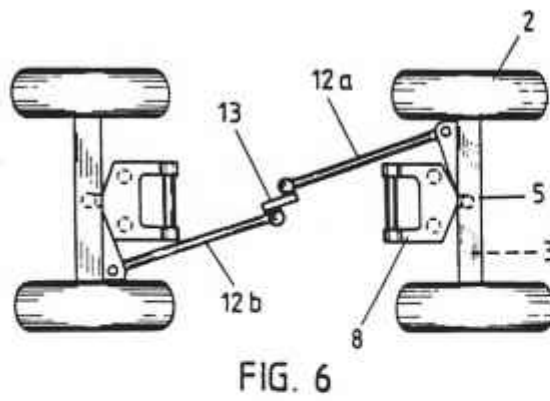
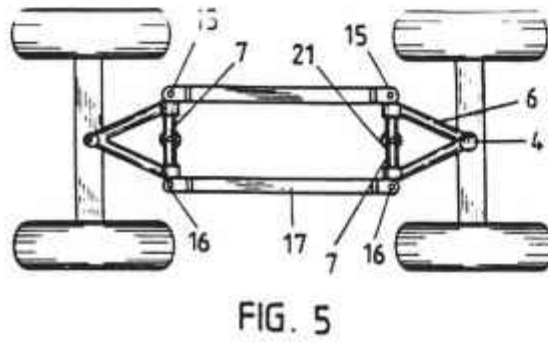
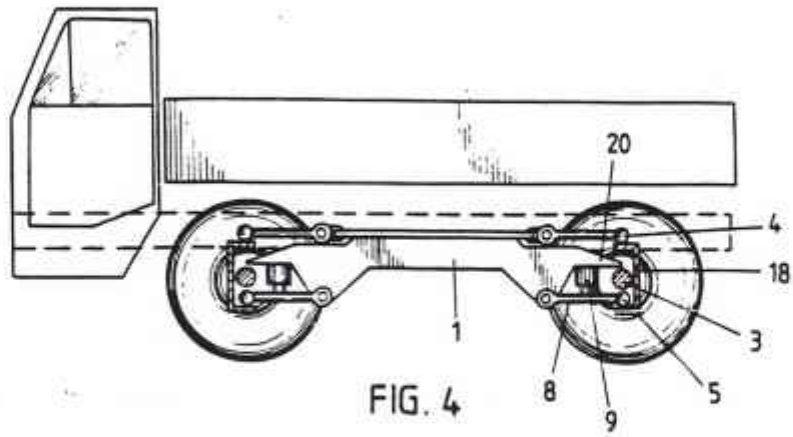


FIG. 3



HANNU LINDELL

Suomessa se on keksitty. Ajoneuvon alusta, jossa on nelipyöräohjaus, voimat jakautuvat tasaisesti kaikille pyörille, eikä kallistele. Mallit on tehty. Niitä on esitelty, tutkittu, tuettu ja tekijää kannustettu. Patentoitukin on. Sekä kotimaassa että tärkeimmissä teollisuusmaissa. Toteutukset vaan odottavat.

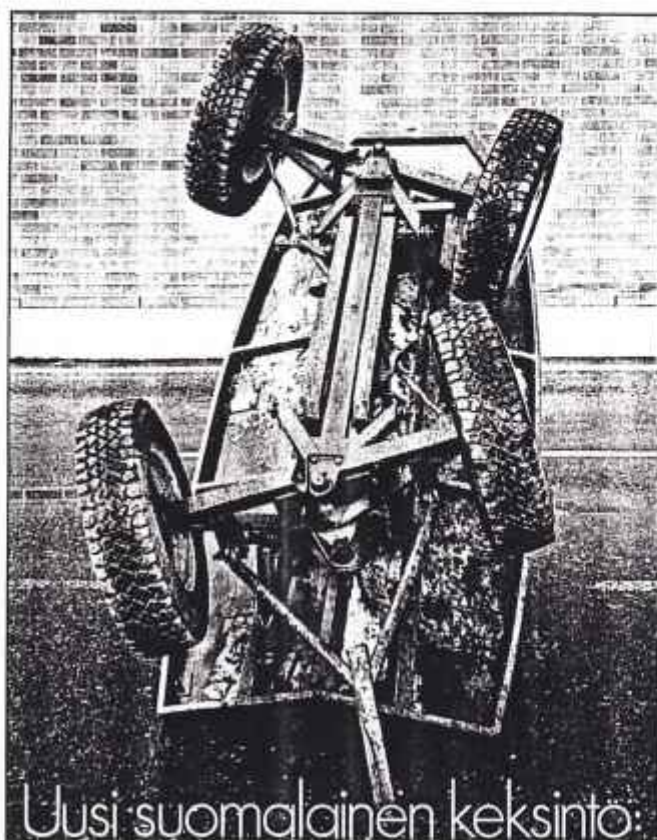
■ AKSELIT on tuettu alustaan aivan uudella periaatteella niin, että kaikki pyörät on aina samalla painolla maata vasten. Ohjaaminen tapahtuu kääntämällä akselita toisiinsa nähden. Näin määrittelee uuden alustarakenteen keksijä, Hannu Knuutinen keksintönsä kantavan idean.

Alustan rakenne on oikeastaan varsin yksinkertainen, kuten kaikkien hyvien keksintöjen sanotaan olevan. Kumpikin akseli on jäykkä, ja tuettu keskeltä pallonivelillä ja kahdella päällekkäisellä kolmiotukivarrella runkoon. Akselita yhdistää kulmittainen raidetanko, joka kääntää niitä eri suuntiin kaarresädetillä pienentäen. Näin syntyy nelipyöräohjaus, jossa akselien keskiviivan ajatellut jatkeet leikkaavat aina samassa pisteessä.

Ylhäältä akselita yhdistää kaksi pitkästä tukitankoa. Ne kiinnittyvät ylempiin kolmiotukivarsiin, jotka on laakeroitu runkoon ja kääntyvät akselien mukana. Muodostuva suorakaide jakaa voimat tasaisesti joka pyörälle. Akselien päällekkäisten kolmiotukivarsien keskinäisellä geometrialla on saatu aikaan, että runko kallistuu sisäkaarteen puolelle, joten se vastustaa keskipakovoiman aiheuttamaa kallistumista.

Aikuaatus syntyi parikymmentä vuotta sitten, kun Knuutinen oli traktorilla kyntötöissä, joka osoittautui varsin keikkuvaksi kyydiksi. Silloin heräsi ajatus, eikö voisi akselien antaa tehdä enemmän töitä. Kiihtolinjan ratin takana ajatukset sitten muhivat, sillä rekkokuskin hommilta lohkosi keksijän silloinen leipä. Vuonna 1982 erilliset ajatukset selkiintyivät nykyiseen muotoon. 1984 Keksintösääntöjen apurahan turvin suunnitelmien patentointi panttiin vireille ja prototyypin rakentelu alkoi.

Prototyyppejä on kaikkiaan kaksi. Ensimmäinen on varustettu viiden hevosvoiman paikallismootorilla ja kevennetyllä Opel'n vaihteistoilla. Toisessa ei ole moottoria, mutta se puolestaan on varustettu jousituk-



Uusi suomalainen keksintö:

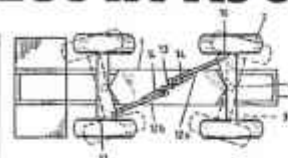
KAKKOSPROTO eli jousitettu versio ilman moottoria tärkeimmältä puoleltaan. Pitkittäinen lehtijousi huolehtii joustolsta. Iskunvaimentimia vain yksi per akseli, ja ne toimivat samalla myös ohjauksen iskunvaimentimina.

OIVA ALUSTA AJONEUVOON

"KNUUTISEN alustan" ohjausjärjestelyn periaatepiirros. Jäykät keskeltä nivelöidyt akselit ja kulmittainen raidetanko.

YKKÖSPROTO "liikenteessä". Runko kulkee tasaisesti ja akselit tekevät työn. Niiden käyttäytyminen ja liikevarat tulevat hyvin esille. Ja voima välittyy tehokkaasti, pieni 5-hevosvoimainen etenee uskottoman silkeästi.

TEKIJÄ esiin. Autokoulunopettaja Hannu Knuutinen on valmis irrottautumaan keksintönsä kehittäilytyöhön, kun vain valmistaja ilmaantuu. Ajatuksia sovellutuksista on.



sella, ja kokeita on tehty autolla hitaaten aina 60 km/h nopeudessa. Lisäksi kakkosproto voidaan kytkeä yksikönsä perävaunuksi, jolloin voidaan havainnollisesti esittää, miten neljä akselita kulkee kahta uraa – kuin kiskoilla.

Havaintomalleiksi kutsuttujen prototyypin kokeilu antaa vakuuttavan kuvan alustan toiminnasta. Pyörien pito on erinomainen, akselitojen liikevarat hyvät ja rungon keskipakovoiman aiheuttama kallistelu kaartoissa olematonta.

Keksitty on. Nyt tarvitaan vain sovellutuksia, niiden kehittäjiä ja valmistajia. Hannu Knuutisen keksintö on niitä lukemattomia asioita, joiden tuloksia kasataan ajan näytettäväksi. On mielenkiintoista nähdä milloin ja mistä päin maailmaa ensimmäinen toteutus putkahtaa markkinoille, ja minkälaiseen käyttöön.

Mihin uusi alusta sitten soveltuu. Hannu Knuutinen näkee asian laajasti. Kaikkien pyörillä liikkuvien ajoneuvoihin: Autot, dumpperit, metsätraktori, maastojoneuvot, invalidiajokit, moottorityökoneet, kilpa-autot, lakaisukoneet, bishöylät jne. sekä tietenkin kaikki hinnattavat ajoneuvot. Itse hän mieluiten näkisi alustansa ensimmäisen sovellutuksen olevan kavyen maastokäyttöön tarkoitettuna ajoneuvon, eräänlaisen suurirenkaisen nykyjeepin.

CAD-kuva prototyypistä (Pekka Vihonen)



Gleichstrommotoren

Baureihe GR 63

Standardprogramm

Motoren mit Nennspannungen 12 V, 24 V, 40 V und 60 V stellen unser Standard-Motorenprogramm dar und sind bevorzugt einzusetzen.

Typ	U _N	Wicklung
GR 63 x 25	12 V	12.16.071
GR 63 x 25	24 V	12.32.050
GR 63 x 25	40 V	12.50.040
GR 63 x 25	60 V	12.80.0315
GR 63 x 55	24 V	12.16.071
GR 63 x 55	40 V	12.26.056
GR 63 x 55	60 V	12.40.045

Leistungsdaten

Alle Werte beziehen sich auf 1) $t_H = 20^\circ\text{C}$ bzw. 2) $\Delta t_W = 100\text{ K}$.

Motorbaureihe GR 63 x 25					
Nennspannung	V	12	24	40	60
Wicklung		12.16.071	12.32.050	12.50.040	12.80.0315
Nenn Drehzahl	2) min ⁻¹	3100	3300	3500	3300
Nenn Drehmoment	2) Ncm	13,7	14	13,3	14,5
Nennstrom	2) A	5,2	2,7	1,65	1,1
Entmagnetisierstrom	1) A	50	24	16	9,5
Leerlauf Drehzahl	1) min ⁻¹	3600	3600	3800	3600
Leerlaufstrom	1) A	0,6	0,36	0,205	0,135
Anlaufmoment	1) Ncm	82	108	118	116
Wirkungsgrad	2) %	71	74	74	76
Trägheitsmoment	gcm ²	400	400	400	400
Gewicht	kg	1,2	1,2	1,2	1,2

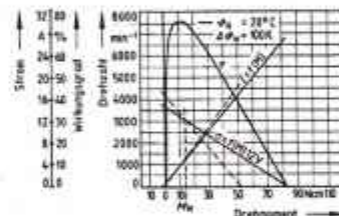
Motorbaureihe GR 63 x 55

Nennspannung	V	-	24	40	60
Wicklung		-	12.16.071	12.26.056	12.40.045
Nenn Drehzahl	2) min ⁻¹	-	3350	3450	3350
Nenn Drehmoment	2) Ncm	-	27	27	28,3
Nennstrom	2) A	-	4,9	2,95	2,0
Entmagnetisierstrom	1) A	-	33	20	13
Leerlauf Drehzahl	1) min ⁻¹	-	3650	3600	3600
Leerlaufstrom	1) A	-	0,4	0,28	0,2
Maximalmoment	1) Ncm	-	211	210	200
Wirkungsgrad	2) %	-	80	82	82
Trägheitsmoment	gcm ²	-	750	750	750
Gewicht	kg	-	1,7	1,7	1,7

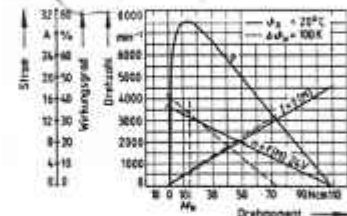
Typ GR 63

Belastungskennlinien

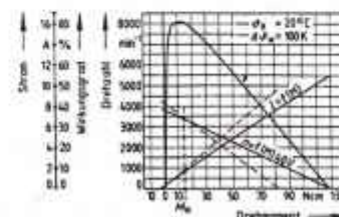
Die Kennlinien stehen als Beispiel für die möglichen und unter „Standardprogramm“ aufgezeigten Wicklungsausführungen der Baureihe GR 63.



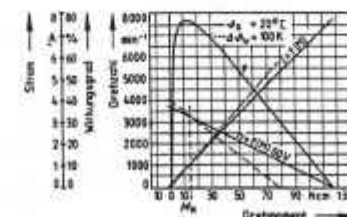
Typ GR 63 x 25 - Wicklungsbeispiel 12.16.071



Typ GR 63 x 25 - Wicklungsbeispiel 12.32.050



Typ GR 63 x 25 - Wicklungsbeispiel 12.50.040



Typ GR 63 x 25 - Wicklungsbeispiel 12.80.0315

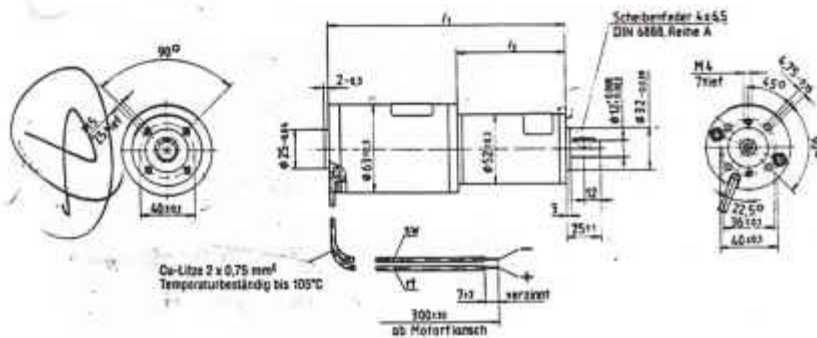
Gleichstrom-Getriebemotoren

Planetengetriebe Baureihe PLG

Handwritten notes and calculations:

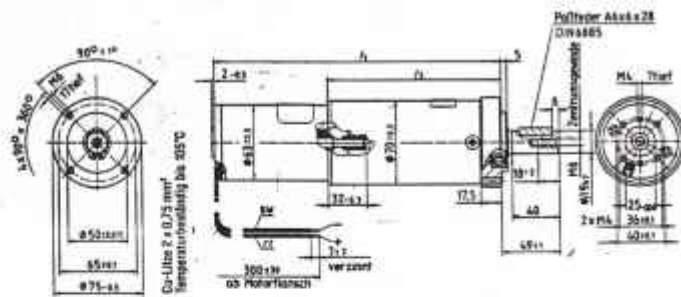
190
59
89

Maßzeichnungen · Abmessungen in mm



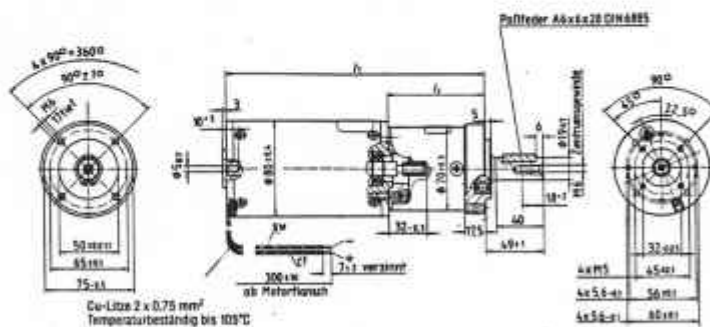
Planetengetriebe PLG 52.0 mit Gleichstrommotor GR 63

Stufen	Maß		Motortyp
	l ₁	l ₂	
1stufig	145 ± 2	50 ± 0,8	GR 63x25
	175 ± 2	50 ± 0,8	GR 63x55
2stufig	180,5 ± 2	65,5 ± 0,8	GR 63x25
	190,5 ± 2	65,5 ± 0,8	GR 63x55
3stufig	175,5 ± 2	80,5 ± 0,8	GR 63x25
	205,5 ± 2	80,5 ± 0,8	GR 63x55



Planetengetriebe PLG 70 mit Gleichstrommotor GR 63

Stufen	Maß		Motortyp
	l ₁	l ₂	
1stufig	177 ± 1,6	82 ± 0,8	GR 63x25
	207 ± 1,6	82 ± 0,8	GR 63x55
2stufig	209 ± 1,6	114 ± 0,8	GR 63x25
	239 ± 1,6	114 ± 0,8	GR 63x55
3stufig	241 ± 1,6	146 ± 0,8	GR 63x25
	271 ± 1,6	146 ± 0,8	GR 63x55



Planetengetriebe PLG 70 mit Gleichstrommotor GR 80

Stufen	Maß		Motortyp
	l ₁	l ₂	
1stufig	217 ± 1,8	82 ± 0,8	GR 80x40
	257 ± 1,8	82 ± 0,8	GR 80x80
2stufig	249 ± 1,8	114 ± 0,8	GR 80x40
	289 ± 1,8	114 ± 0,8	GR 80x80
3stufig	281 ± 1,8	146 ± 0,8	GR 80x40
	321 ± 1,8	146 ± 0,8	GR 80x80

Handwritten notes and calculations:

4x M5
4x 5,6-40
4x 5,6-2

Getriebeausführungen

Planetengetriebe PLG 24.0

1stufig für Dauerdrehmomente bis 30 Ncm
 2stufig für Dauerdrehmomente bis 45 Ncm
 3stufig für Dauerdrehmomente bis 60 Ncm

Untersetzungs- verhältnis	Wirkungs- grad	Stufen- zahl
4,33:1	0,91	1
6 :1	0,91	1
18,75:1	0,83	2
33,2 :1	0,83	2
46 :1	0,83	2
81,2 :1	0,76	3
143,8 :1	0,76	3
199,3 :1	0,76	3
276 :1	0,76	3
353 :1	0,76	3

Belastbarkeit der Getriebewelle

Axiallast	max. 5 N
Radiallast*	max. 12 N

*mittig Getriebewelle

Planetengetriebe PLG 52.0

1stufig für Dauerdrehmomente bis 120 Ncm
 2stufig für Dauerdrehmomente bis 800 Ncm
 3stufig für Dauerdrehmomente bis 2400 Ncm

Untersetzungs- verhältnis	Wirkungs- grad	Stufen- zahl
4,5 :1	0,85	1
6,25:1	0,85	1
8 :1	0,85	1
20,25:1	0,72	2
28,12:1	0,72	2
36 :1	0,72	2
50 :1	0,72	2
64 :1	0,72	2
91,12:1	0,61	3
126,56:1	0,61	3
162 :1	0,61	3
225 :1	0,61	3
288 :1	0,61	3
400 :1	0,61	3
512 :1	0,61	3

Belastbarkeit der Getriebewelle

Axiallast	max. 500 N
Radiallast*	max. 350 N

*bei Mitte Scheibenfeder

Planetengetriebe PLG 26.0

1stufig für Dauerdrehmomente bis 20 Ncm
 2stufig für Dauerdrehmomente bis 70 Ncm
 3stufig für Dauerdrehmomente bis 180 Ncm

Untersetzungs- verhältnis	Wirkungs- grad	Stufen- zahl
4,33:1	0,85	1
6 :1	0,85	1
18,75:1	0,72	2
33,2 :1	0,72	2
46 :1	0,72	2
81,2 :1	0,61	3
143,8 :1	0,61	3
199,3 :1	0,61	3
276 :1	0,61	3
353 :1	0,61	3
450,6 :1	0,61	3

Belastbarkeit der Getriebewelle

Axiallast	max. 20 N
Radiallast*	max. 40 N

*mittig Getriebewelle

Planetengetriebe PLG 70

1stufig für Dauerdrehmomente bis 500 Ncm*
 2stufig für Dauerdrehmomente bis 4000 Ncm*
 3stufig für Dauerdrehmomente bis 6000 Ncm*

Untersetzungs- verhältnis	Wirkungs- grad	Stufen- zahl
4 :1	0,8	1
5,8 :1	0,8	1
7 :1	0,8	1
16 :1	0,75	2
23,2 :1	0,75	2
28 :1	0,75	2
33,64 :1	0,75	2
40,6 :1	0,75	2
49 :1	0,75	2
64 :1	0,7	3
92,8 :1	0,7	3
112 :1	0,7	3
134,56 :1	0,7	3
162,4 :1	0,7	3
195,112:1	0,7	3
235,48 :1	0,7	3
284,2 :1	0,7	3
343 :1	0,7	3

*1stufig kurzzeitig bis 10 Nm

*2stufig kurzzeitig bis 60 Nm

*3stufig kurzzeitig bis 100 Nm

Belastbarkeit der Getriebewelle

Axiallast	max. 1000 N
Radiallast	max. 600 N (wirksam 25 mm ab Anschraubebene)

Planetengetriebe PLG 32.0

1stufig für Dauerdrehmomente bis 40 Ncm
 2stufig für Dauerdrehmomente bis 150 Ncm
 3stufig für Dauerdrehmomente bis 400 Ncm

Untersetzungs- verhältnis	Wirkungs- grad	Stufen- zahl
4,5 :1	0,85	1
6,25:1	0,85	1
8 :1**	0,85	1
20,25:1	0,72	2
36 :1	0,72	2
50 :1	0,72	2
91,12:1	0,61	3
162 :1	0,61	3
288 :1	0,61	3
400 :1	0,61	3
512 :1**	0,61	3

** nicht bei Kombination mit Baureihe GR 42

Belastbarkeit der Getriebewelle

Axiallast	max. 30 N
Radiallast*	max. 100 N

*mittig Getriebewelle

MT, 5

5 - 25 / 100 / 1
 (399) 5

DC-MOOTTORIN SÄÄDIN POCOSPEED tyyppi PCS 50A-24V

Asennus- ja käyttöohjeita:

Säädin asennetaan pystyasentoon, jotta alumiininen asennuslevy luovuttaa tehokomponenteissa syntyvää lämpöä tehokkaasti ilmaan.

Potentiometrin ja OFF/ON-kytkimen johdot on pidettävä erossa akku- ja moottorijohdoista, jotta niihin ei indusoidu häiriöitä.

Pyörimisnopeuden säätö:

Pyörimisnopeutta säädetään normaalisti ulkoisella, riviliittimeen kytkettävällä potentiometriä (5 kii-ohmia). Nopeutta voidaan säätää myös ulkoisella tasajännitteellä 2-6V.

Suunnanvaihto:

Moottorin pyörimisnopeutta voidaan muuttaa muuttamalla moottorin kenttä- tai ankkurikäämityksen napaisuutta(releillä). Koska säätimen ja moottorin väli joudutaan katkaisemaan, on huolehdittava siitä, että säädin ei syötä moottorille jännitettä, kun suunnanvaihto tai moottorin vaihto (säädin kytketään toiselle moottorille) tapahtuu. Säätimen lähtö saadaan jännitteettömäksi, ilman että akkusyöttö katkaistaan, sulkemalla riviliittimet 5/6. Kaikkien DC-releiden kelan rinnalla on oltava estosuuntaan ns. free-wheeling diodit.

HUO! Säätimen ja moottorin välin on oltava aina kiinni, kun saatimen ulostulossa on jännite tai riviliittimet 5/6 eivät ole oikosuljettuina.

Riviliittimeen 1 tuodaan jännite 24V suoraan akusta sulakkeen (0,25A) kautta (säätökortin käyttöjännite).

Kiihtyvyydasettelu:

Säätimessä on mahdollista valita kolme erilaista kiihtyvyydsarvoa. Kun acceleration switch on asennossa FAST, on kiihtyvyys nopeinta. Kun toinen kytkimistä painetaan SLOW asentoon, saadaan kiihtyvyyttä hidastettua, ja painamalla myös toinenkin kytkin SLOW-asentoon, on kiihtyvyys kaikkein hitainta.

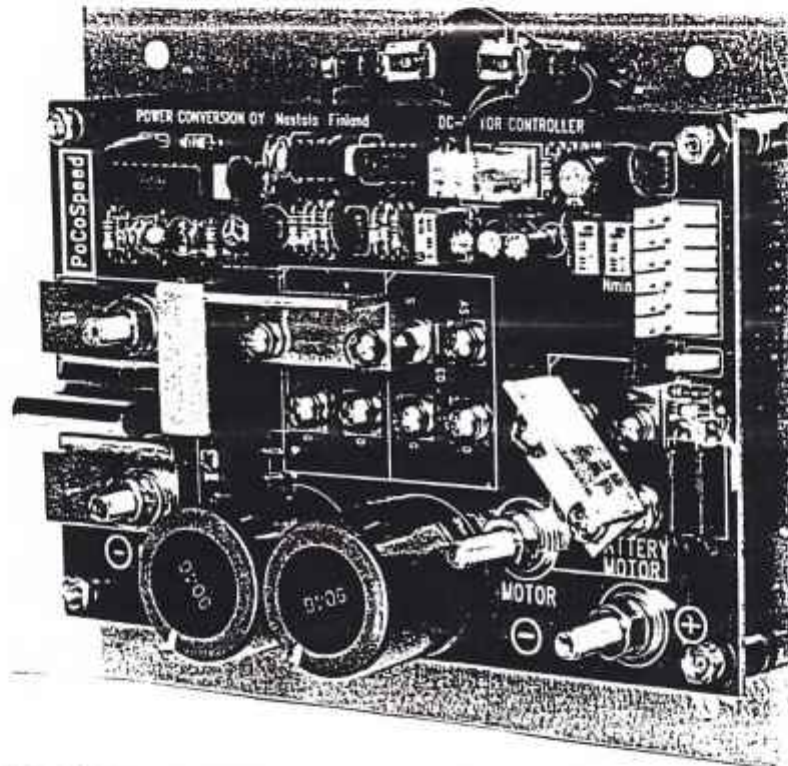
Alijänniterajoitus: automaattinen alijännitesäätö rajoittaa PWM-pulssien duty-cycleä, jos akkujännite putoaa alle 20V:n, ja estää ajamasta akustoa tyhjäksi.

Virtaraja on kiinteä(voidaan sovittaa asiakaskohtaisesti myös pienemmäksi).

Tilajakohtaiset modifioinnit ovat mahdollisia. Ota yhteys valmistajaan.

DC - MOOTTORIN SÄÄDIN PoCoSpeed

PoCoSpeed PCS 50A-XX soveltuu akkusyöttöisten sarja- ja sivuvirtamoottoreiden nopeusääntöön kaikenlaisissa pienajoneuvokäytöissä (sähkötrikit, siivouskoneet, pienoistraktorit jne.) Digitaalinen pulse-by-pulse virranrajoitus suojaa tehokkaasti tehoasteen äkkinäisissä kuormituksen muutoksissa. Pehmeä käynnistys (kolme kiihtyvyyssäikavalintaa) takaa jouhean liikkeellelähdon. Akkujännitteen liiallinen aleneminen pienentää duty-cycleä ja estää ajamasta akkuja tyhjäksi. Bimetallikatkaisija katkaisee toiminnan jatkuvassa ylikuormatilanteessa. Kytentätaajuus on 16 kHz, mikä tekee käytöstä "äänettömän". PoCoSpeed -säädin PCS 50A-XXV on edullinen vaihtoehto pieniin ajoneuvokäyttöihin.



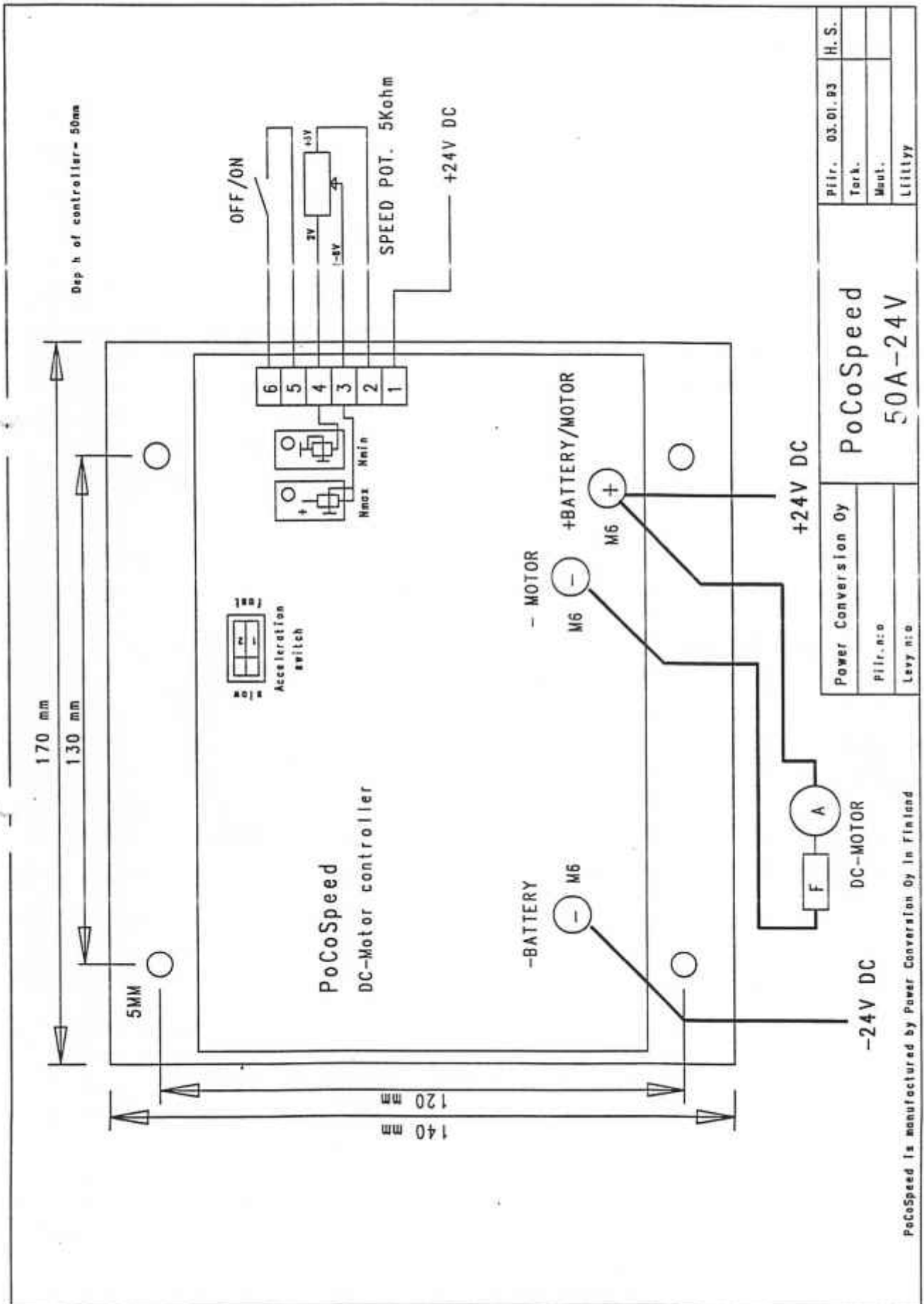
Säädintyyppi: 50A-XXV (XX = syöttöjännite volteissa: 24,36,48,72,120V DC).

Antovirta: 50A jatkuva, 100A hetkellinen . Koko: 170 x 140 x 50 mm (l x k x s).

Valmistus/myynti:

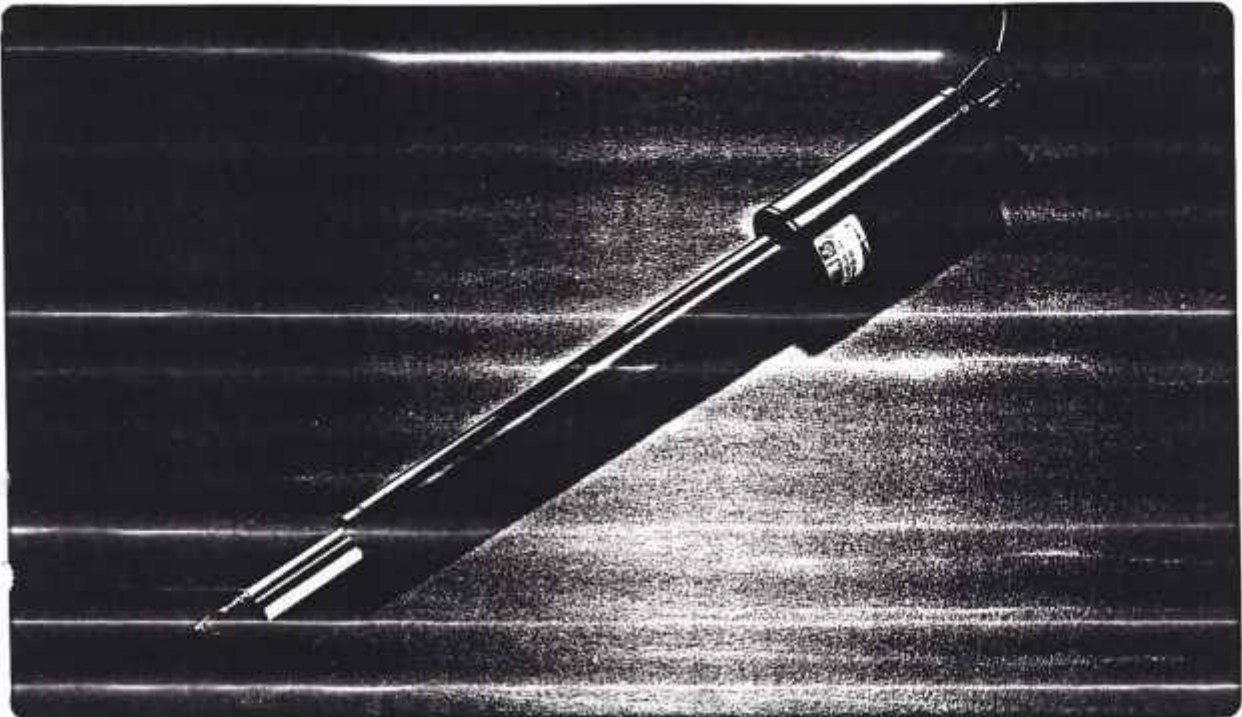
POWER CONVERSION OY

Tervatie 1, 15560 Nastola, Puh.: 918-625134, Fax.: 918-625135



Power Conversion Oy		PöCoSpeed		Piir. 03.01.93	H.S.
Piir.n:o		50A-24V		Tark.	
Levy n:o				Maut.	
				Lilitty	

PöCoSpeed is manufactured by Power Conversion Oy in Finland

LINAK® 
LA 22


LA 22

LINAK LA 22 on rakenteeltaan yksinkertainen ja toimintavarma. Siinä on suoraan moottorin akselin jatkeena trapetsikierteinen ruuvi.

Tekniset tiedot

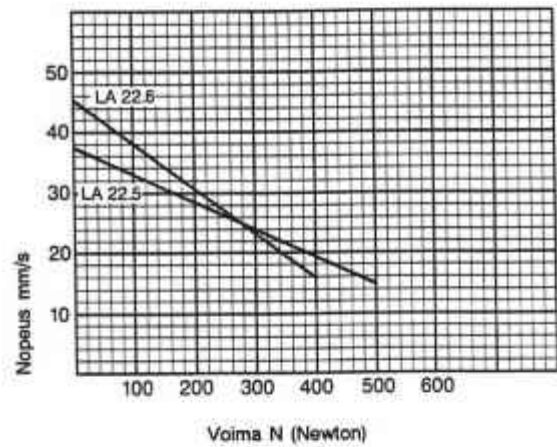
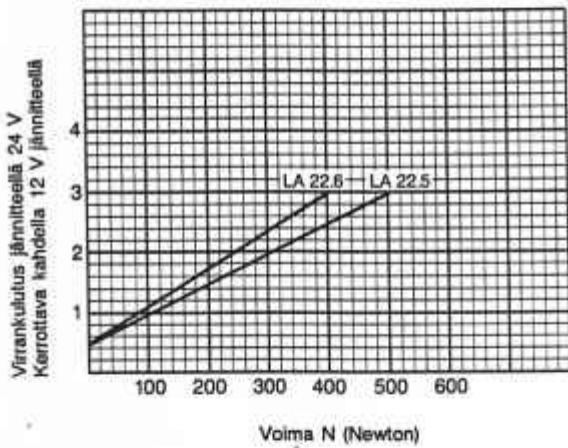
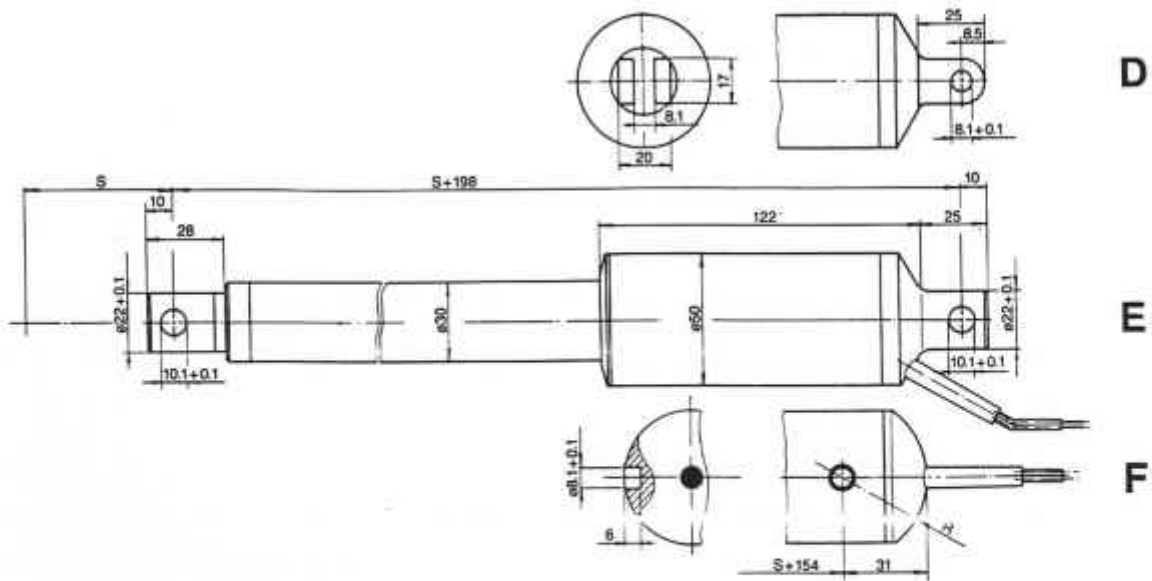
- * 12/24 V DC
kestomagneettimoottori
- * Hyvin hiljainen käyntiääni
- * Varsi ruostumatonta terästä
- * Pienikokoinen
- * Hyvä hyötysuhteinen trapetsikierte
- * Pintakäsitelty mustalla alkyylivärillä
- * Suunniteltu jaksoittaiseen käyttöön

Jos LA 22:ta ohjataan palautuvilla painonapeilla, ei rajakatkaisijoita useimmiten tarvita, koska moottori kestää päätyä vastaan ajamisen muutamien sekuntien ajan.

LA 22:ta voidaan käyttää ohjausyksiköillä CB 08/CB 10 tai LST 100/300:lla varustettuna virranrajituskortilla CS 16 tai tarvittaessa rajakatkaisijoilla LS/LSD.

Suurempina sarjoina voidaan karamoottorit varustaa asiakkaan erikoisohjeiden mukaisilla kaapeleilla, kiinnikkeillä, iskunpituudella tai pintakäsittelyllä.



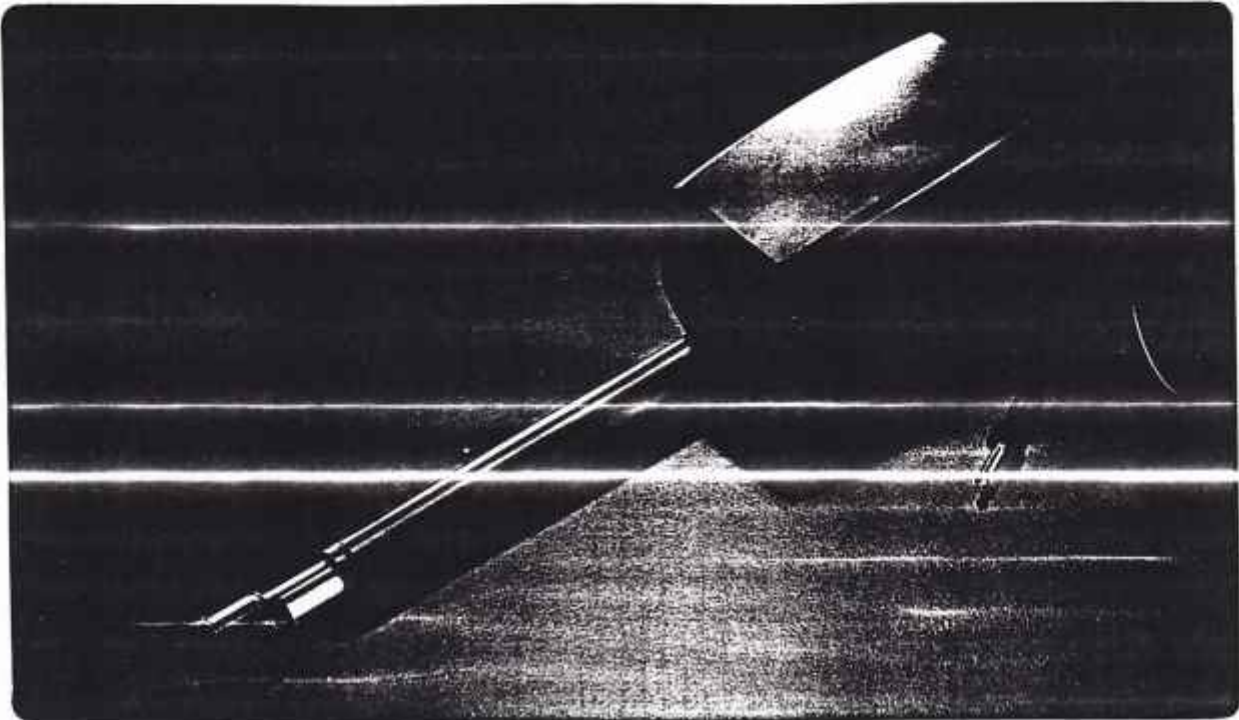


Tyyppi	Voima maks.	Itsepidättyvä maks.	Nopeus maks.	Vakio iskunpituudet - mm									
				50	100	150	200						
LA 22.6	400 N	400 N	46 mm/s	50	100	150	200						
LA 22.5	500 N	500 N	37 mm/s	50	100	150	200						

Paino 1.0 kg + 0.24 kg/100 mm isku

Tilaus esimerkki: LA 22.5 E - 100 - 12

Tyyppi _____ Jännite _____
 Kiinnitys _____ Iskunpituus _____

LINAK® 
LA 32


LA 32

LINAK LA 32 on monipuolinen karamoottoriksi, yhdistelemällä erilaisia moottoreita, vaihteistoja ja ruuveja, saadaan moneen eri käyttötarkoitukseen sopivat ominaisuudet.

Tekniset tiedot

- * 24 V DC kestmagneettimoottori
- * Varsi ruostumatonta terästä
- * Hyvä hyötysuhteinen trapet-sikierre tai kuularuuvi
- * Tiivis koteloitu rakenne, erittäin hiljainen käyntiäänäni
- * Suunniteltu jaksoittaiseen käyttöön

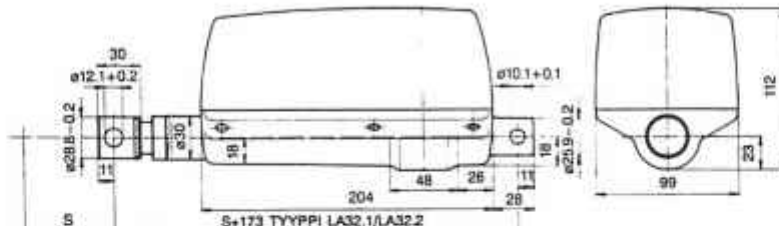
LA 32 kytketään ohjausyksikköön CB 08 tai CB 10. Jos järjestelmässä käytetään jotain muuta jännitelähdettä, voidaan karamoottori varustaa sisäänrakennetulla virranrajoituskortilla, joka katkaisee virran moottorilta ajattaessa päätyasentoon.

Asennuskiinnikkeiden avulla voidaan LA 32 ja jännitelähde CB 08 kiinnittää toisiinsa yhdeksi helposti asennettavaksi yksiköksi.

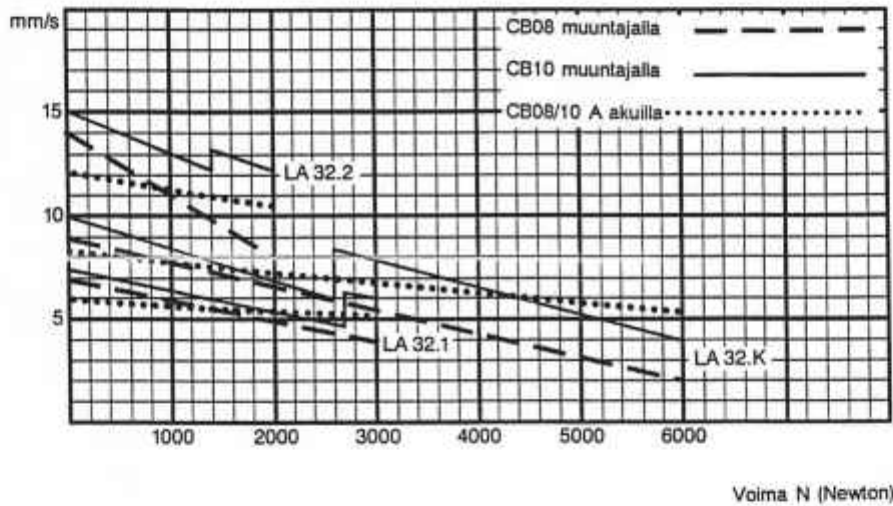
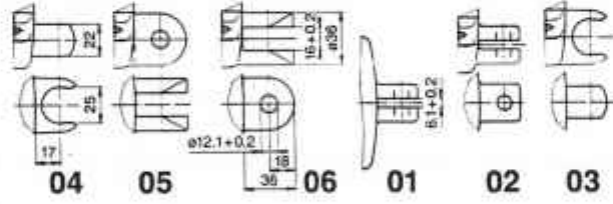
LA 32 ja ohjausyksiköt CB 08 ja CB 10 saadaan myös tiivistettyinä suojausluokkiin IP 65 tai IP 66. LA 32 voidaan tarvittaessa varustaa esimerkiksi seuraavilla lisälaitteilla: Hätälasku, vapaakytkin tai turvamutteri.

Karamoottorit voidaan varustaa myös sisäänrakennetulla potentiometrillä tai pulssianturilla, josta saadaan takaisinkytkentä, esimerkiksi kahden tai useamman karamoottorin rinnakkaisajoon tai paikoitukseen.

Suurempina sarjoina voidaan karamoottorit varustaa asiakkaan erikoisohjeiden mukaisilla kaapeleilla, kiinnikkeillä, iskunpituudella tai pintakäsittelyllä.



S+173 TYYPPI LA32.1/LA32.2
 S+210 TYYPPI LA32 kuularuvi (K ja KAS)
 S+184 TYYPPI LA32 vapaakytkimellä
 S+215 TYYPPI LA32 jännetila
 S+267 TYYPPI LA32 kuularuuvilla, vapaakytkimellä ja turvamutterilla



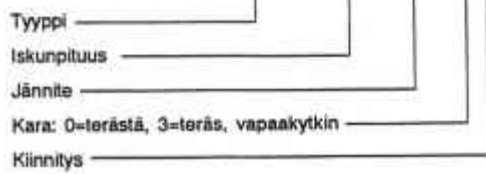
Tyyppi	Voima maks.	Nopeus ilman kuormaa	Vakio iskunpituudet - mm							
			-	100	150	200	250	300	350	400
LA 32.1*	3000 N	7 mm/s	-	100	150	200	250	300	350	400
LA 32.2*	2000 N	14 mm/s	-	100	150	200	250	300	350	400
LA 32.K*	6000 N	13 mm/s	-	-	150	200	250	300	-	400
LA 32.011**	1500-3500 N	14-72 mm/s	50	100	150	200	250	300	350	400

* Virranrajoitus maks. kuormalla 5 A. Käytetään yhdessä rajakatkaisijoiden tai elektronisen virranrajoittimen kanssa.

** LA 32.011 on varustettu LA 30:n tai LA 30S:n moottorilla, katso arvot LA 30:n käyrästä.

Paino 1.64 kg + 0.25 kg/100 mm isku

Tilaus esimerkki: Typ LA 32.1 - 150 - 24 - 001



CURTIS PMC DATA

CURTIS PMC DUAL DRIVE MODULAR CONTROLLER MODEL 1202A

DESCRIPTION:

The 1202A dual drive modular controller is a complete motor controller system for use on differentially steered vehicles such as wheelchairs, cherry pickers, small carts and personnel carriers etc. The 1202A consists of (1) 1306 master control board and (2) standard 1208 right and left motor controllers. The field proven 1208 controllers achieve very high efficiency through power MOSFET design, and operate at a frequency of 15 kHz. The 1202A provides smooth, silent, cost effective motor control for a variety of motor-steered vehicle applications.

FEATURES:

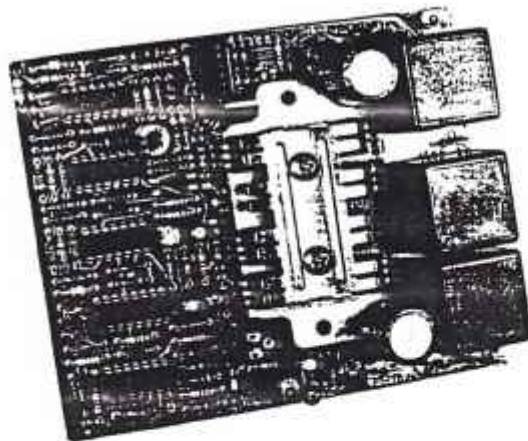
- * Infinitely variable drive and regenerative brake control
- * Single pot acceleration rate adjustment
- * Single pot deceleration rate adjustment
- * Brake delay adjustment with master brake driver
- * Reverse speed limiting
- * Turn rate limiting option controls severe turning and smoothes veering
- * Neutral start feature (high pedal disable) requires return to neutral after turn on, to prevent full speed starts
- * Undervoltage cutback and cutoff functions
- * Overvoltage protection prevents damage in event of battery circuit open
- * Battery reverse polarity protection
- * Sleep circuit minimizes quiescent current drain
- * Compatible with resistive or inductive type joysticks
- * Joystick fault detect with fault indicator
- * Left / Right power module (1208) fault detect circuitry with fault indicators
- * Interlock input to prevent operation during battery charging or other hazardous conditions
- * Setup circuit with indicators for motor speed matching
- * Quick-connect power terminals, plug-in connectors for control wiring

SPECIFICATIONS:

- | | |
|---------------------------|--|
| * Nominal input voltage | 24 volts |
| * Voltage operating range | max voltage = 30 volts
min voltage = 18 volts |
| * Nominal current limit | 50 amps / channel (factory adjustable) |
| * Typical voltage drop | = 0.25 volts @ 20 amps |
| * Size | 8.25" x 5.0" x 1.75" |
| * Weight | 1.5 lb |

CURTIS PMC DATA

CURTIS PMC ELECTRONIC MOTOR SPEED CONTROLLERS MODEL 1208



DESCRIPTION:

The Model 1208 electronic DC motor speed controllers are designed for permanent magnet motors, such as those used by small vehicles, wheelchairs, scrubbers, sweepers, AGV's, conveyor belts and power steering. Model 1208 controllers offer smooth, silent, cost-effective control of motor speed and torque. True regenerative and dynamic braking provide complete downhill and deceleration speed control. Self-contained forward/reverse and main power contactors eliminate the need for external power switches. Direction is determined by position of center-off speed control potentiometer.

FEATURES:

- Infinitely variable drive and brake control
- Power FET design provides:
 - high frequency (silent) operation with excellent low end torque
 - high efficiency (reduces controller heating, motor and battery losses)
 - ultra-smooth low speed performance
- Available in wide range of symmetric or asymmetric accel./decel. rates
- Reduced reverse speed (full reverse also available)
- Externally programmable (pot or switch with resistor) top speed
- Precision current limited to protect circuitry
- Potentiometer fault detection - shuts off controller in the event of any potentiometer lead or wiper breakage
- Polarity protected (battery input)
- Undervoltage cutback function - protects against low battery voltage
- Neutral throttle/default braking - brakes motor during hands off or power off
- Optional delayed output for electromagnetic brake
- Simple installation with no adjustments required
- Quick-connect power terminals (several configurations available)
- Plug-in connectors for control wiring

SPECIFICATIONS:

NOMINAL INPUT VOLTAGE	12V, 24V, 36V (see model chart on back)
VOLTAGE OPERATING RANGE	max voltage = 125% of nominal min voltage = see model chart
NOMINAL CURRENT LIMIT	25-55 amps (see model chart)
TIME-CURRENT RATING	may be held at full current for 30 seconds (continuous current rating depends on mounting - 25 amps typical)
FREQUENCY OF OPERATION	15kHz nominal
TYPICAL VOLTAGE DROP	0.35 volts @ 20 amps (see model chart)
SPEED CONTROL SIGNAL	5000 ohm 3 wire pot, or 0 to 5 volts
Potentiometer	200 ohms = max reverse, center = neutral 4800 ohms = max forward, deadband = \pm 300 ohms
Voltage	0.3V = max reverse, 2.5 = neutral 4.7V = max forward, deadband = \pm 0.3V
WEIGHT	8 ounces
DIMENSIONS	4.10" x 4.95" x 1.25" h

WARRANTY: 1 year from date of installation, subject to conditions of warranty

1208-878-6/87

MODEL NUMBER DESIGNATION: 1208-xxx

(first digit = voltage: 1 = 12V, 2 = 24V, 3 = 36V)
 (second digit = FET complement: 2 = 2/2, 3 = 3/3, 4 = 4/4)
 (third digit designates specific model number)

MODEL NUMBER SELECTION CHART:

MODEL NUMBER	NOMINAL BATTERY VOLTAGE	FET COMP	CURRENT LIMIT (30 SEC RATING)	MAXIMUM ALLOW. BRAKING CURRENT	MINIMUM ALLOW. MOTOR RES (mΩ)	TYPICAL VOLTAGE DROP @ 20A	UNDER-VOLTAGE CUTBACK
12X	12V	2/2	45A	40A	230mΩ	.45V	8.0V
13X	12V	3/3	55A	50A	150mΩ	.35V	8.0V
14X	12V	4/4	55A*	50A	115mΩ	.25V	8.0V
22X	24V	2/2	45A	40A	460mΩ	.45V	16.5V
23X	24V	3/3	55A	50A	300mΩ	.35V	16.5V
24X	24V	4/4	55A*	50A	230mΩ	.25V	16.5V
32X	36V	2/2	25A	25A	975mΩ	.45V	27.5V
33X	36V	3/3	45A	35A	650mΩ	.35V	27.5V
34X	36V	4/4	45A*	35A	500mΩ	.25V	27.5V

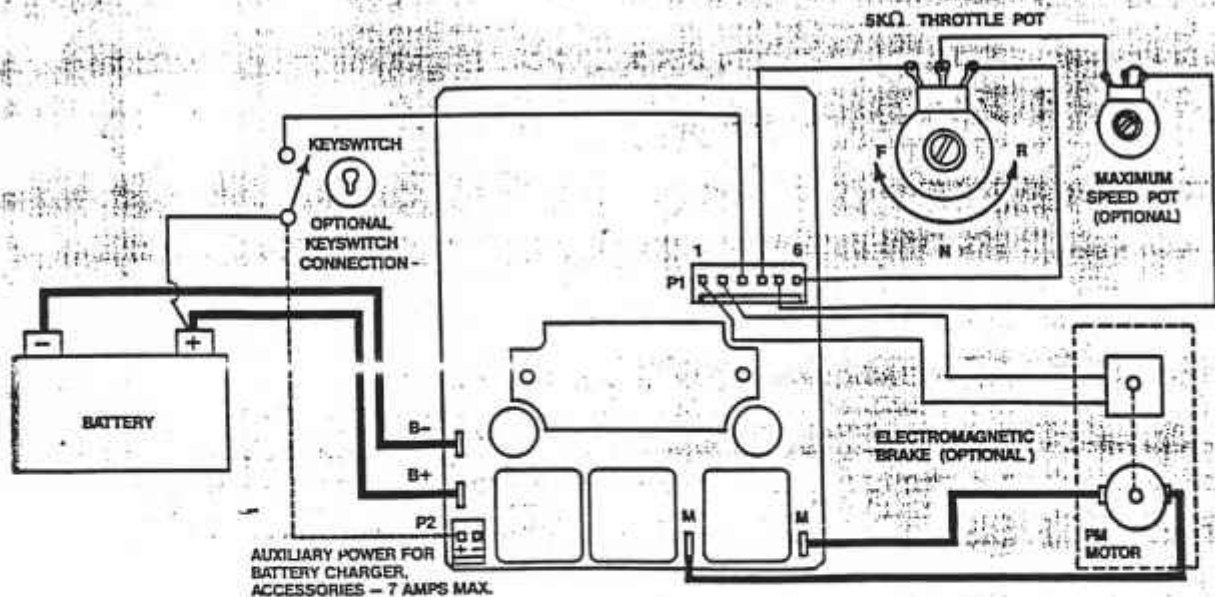
* 1 minute rating

THIRD DIGIT DETERMINES SPECIFIC OPTIONS INCLUDING

- Acceleration rate/type
- Reverse speed
- Electromagnetic brake output/delay time
- In-out power/signal connector types

Consult factory for specific model number

TYPICAL INSTALLATION:

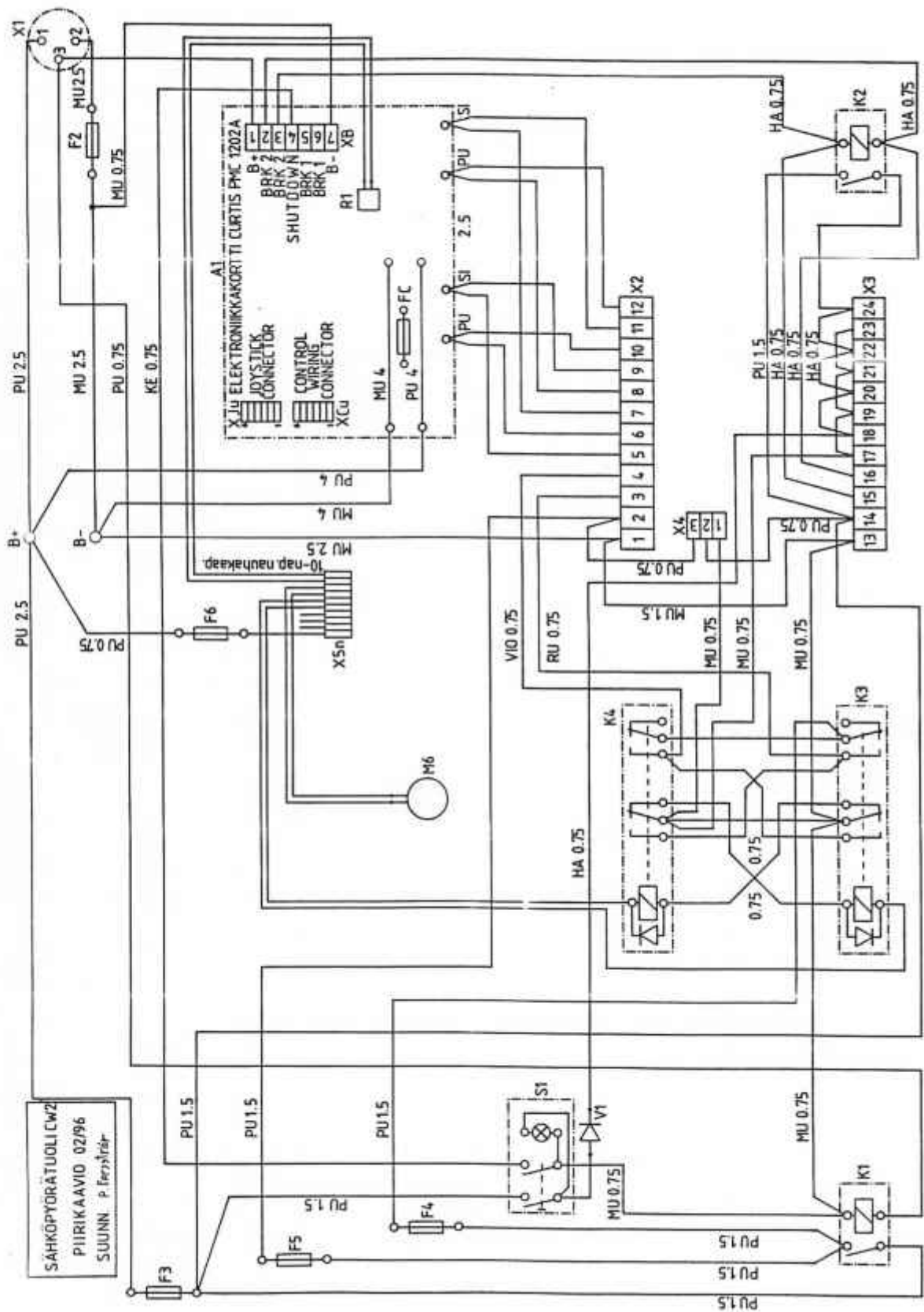


KYS/APUVÄLINEHUOLTO.
16.6.95

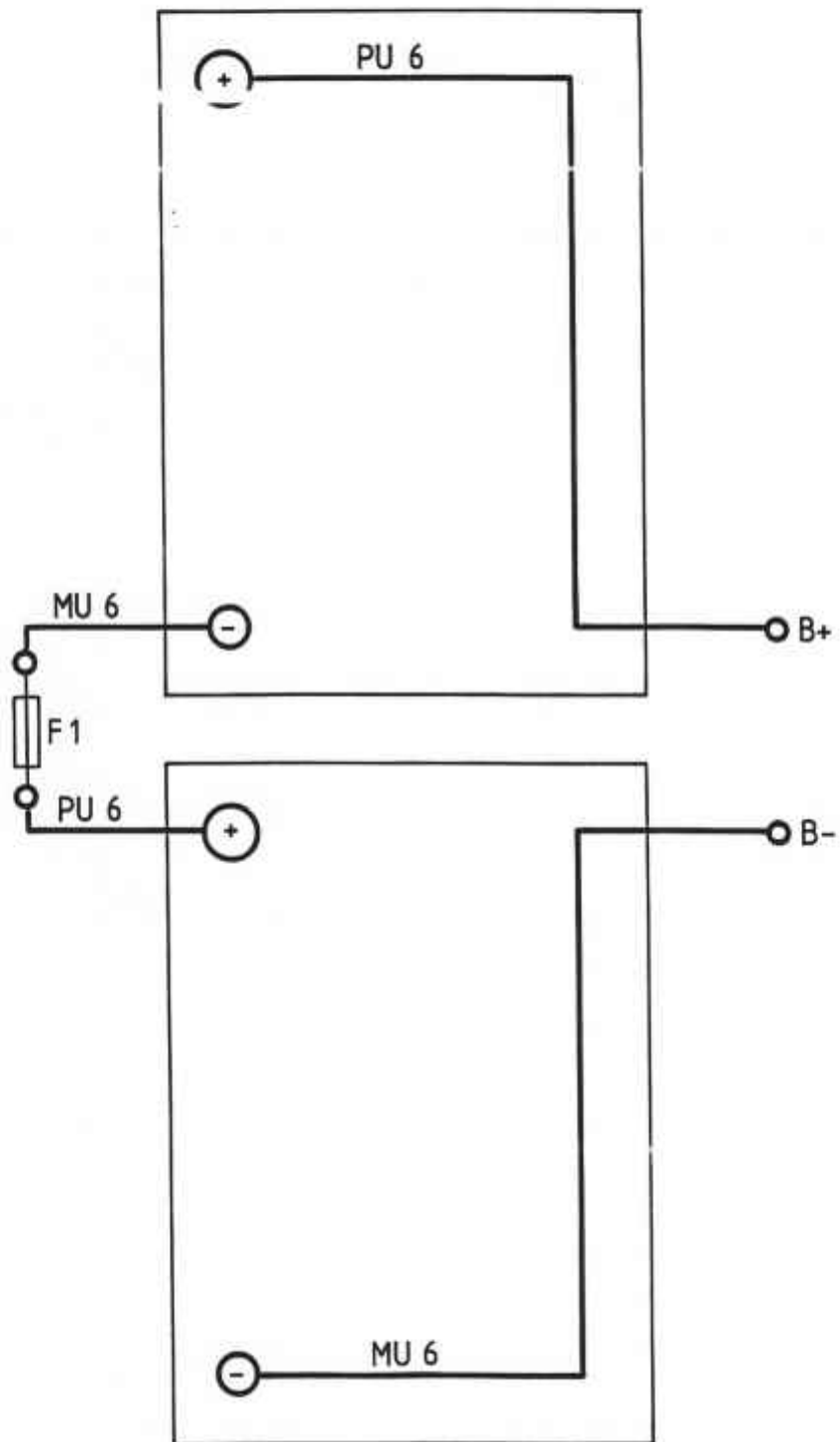
SÄHKÖPYÖRÄTUOLI CHASSWHEEL 4x4 TEKNINEN TARKISTUS

1. KÄÄNTYMISSÄDE SAISI OLLA PIENEMPI JA PYÖRIEN KÄÄNTYMINEN NOPEAMPI.
2. KALLISTETTAESSA PAINOPISTE TAAKSE TUOLI KIIKKERÄ, TULISI OLLA KAATU-
MAESTEET.
3. NOPEUDEN SÄÄTÖ PITÄISI OLLA KÄYTTÄJÄLLE.
4. MEKAANISESTI VAPAUTETTAVAT MAGNEETTIJARRUT PUUTTUU.
5. JARRUT SAISI OTTAA PEHMEÄMMIN. (ESIM. VIIVEEN SÄÄTÖ).
6. PERUUTETTAESSA NOPEUDEN PITÄISI PUDOTA NOIN 50% MAX NOPEUDESTA.
7. SULAKE AKKUJEN VÄLIIN JA PÄÄSULAKE.
8. OHJAUSYKSIKÖN SIIRTOMAHDOLLISUUDET JA VIRTA-AVAIN SAATTAO OLLA
KÄYTTÄJÄLLE HANKALA.
9. KAAPELOINNIT SELKEÄMMÄKSI. (VALMIISEEN MALLIIN)
10. MITEN MOOTTORIEN HIILIEN TARKISTUS SUORITETAAN ?
11. MIKÄ ON PYÖRIEN VALKEAN KESKIÖN KESTÄVYYS?
12. HALKAISTAVAT VANTEET OLISIVAT HYVÄT.
13. IRROITETTAVA ELEKTRONIikkAYKSIKKÖ LIITTIMIN.(VALMIISEEN MALLIIN)
14. SIVULAITOJEN SÄÄDÖT JA JALKALAUTOJEN MUUNNELTAVUUS.
15. ALUSTA RATKAISU JA MAASTOAJO-OMINAISUUDET HYVÄT.

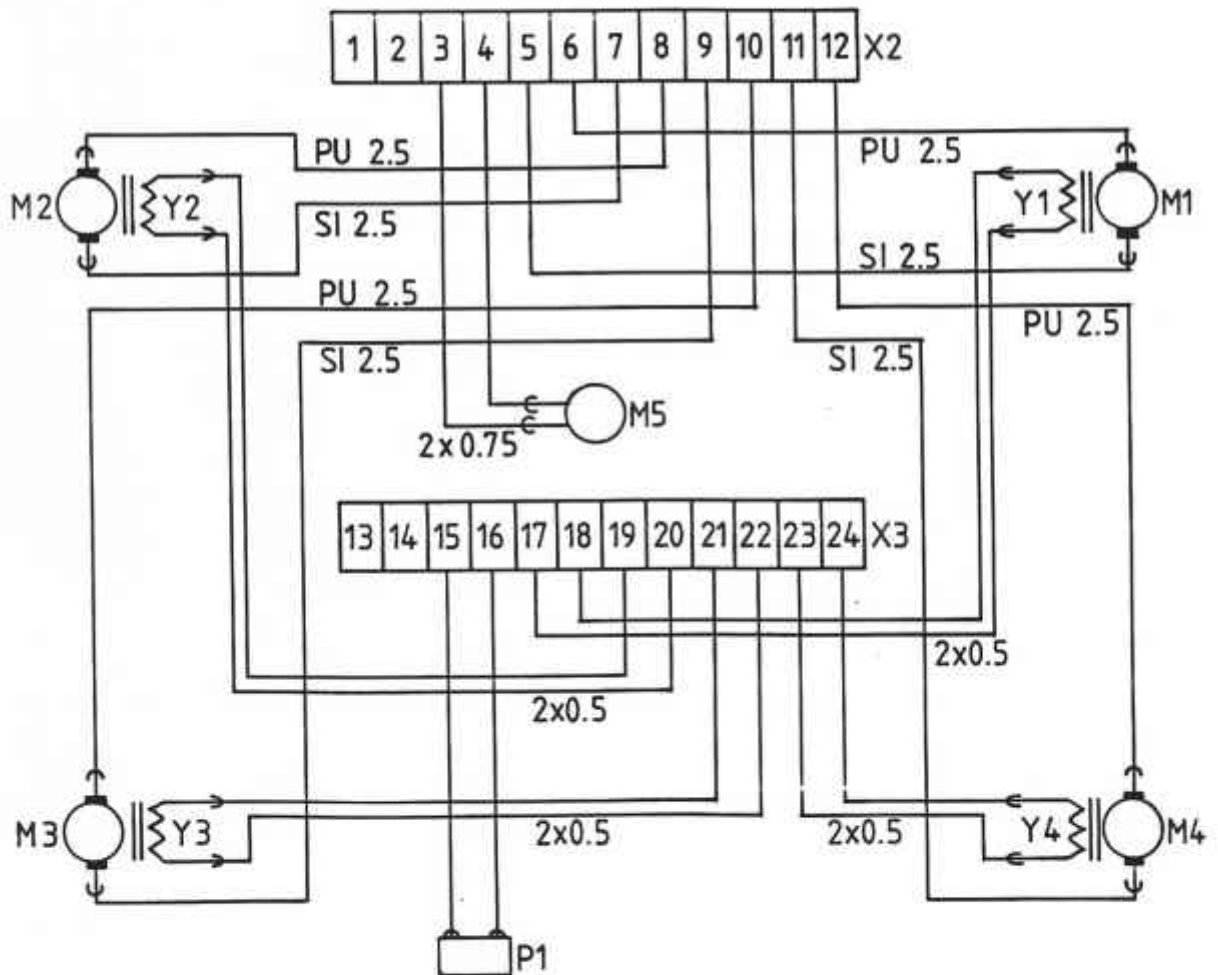
PIIRIKAAVIO, SÄHKÖPYÖRÄTUOLI CW 2



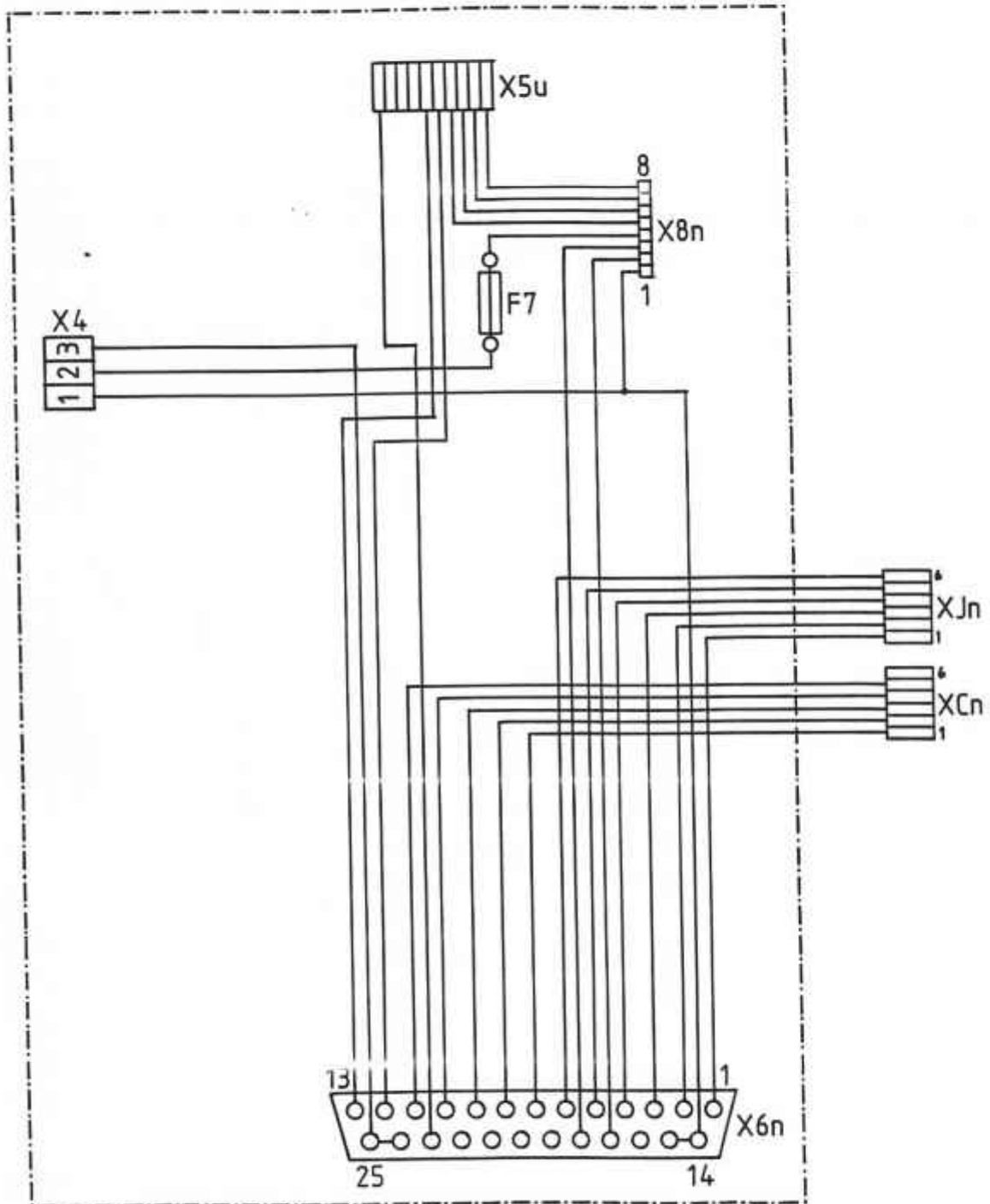
AKKUJEN KYTKENTÄ, CW 2



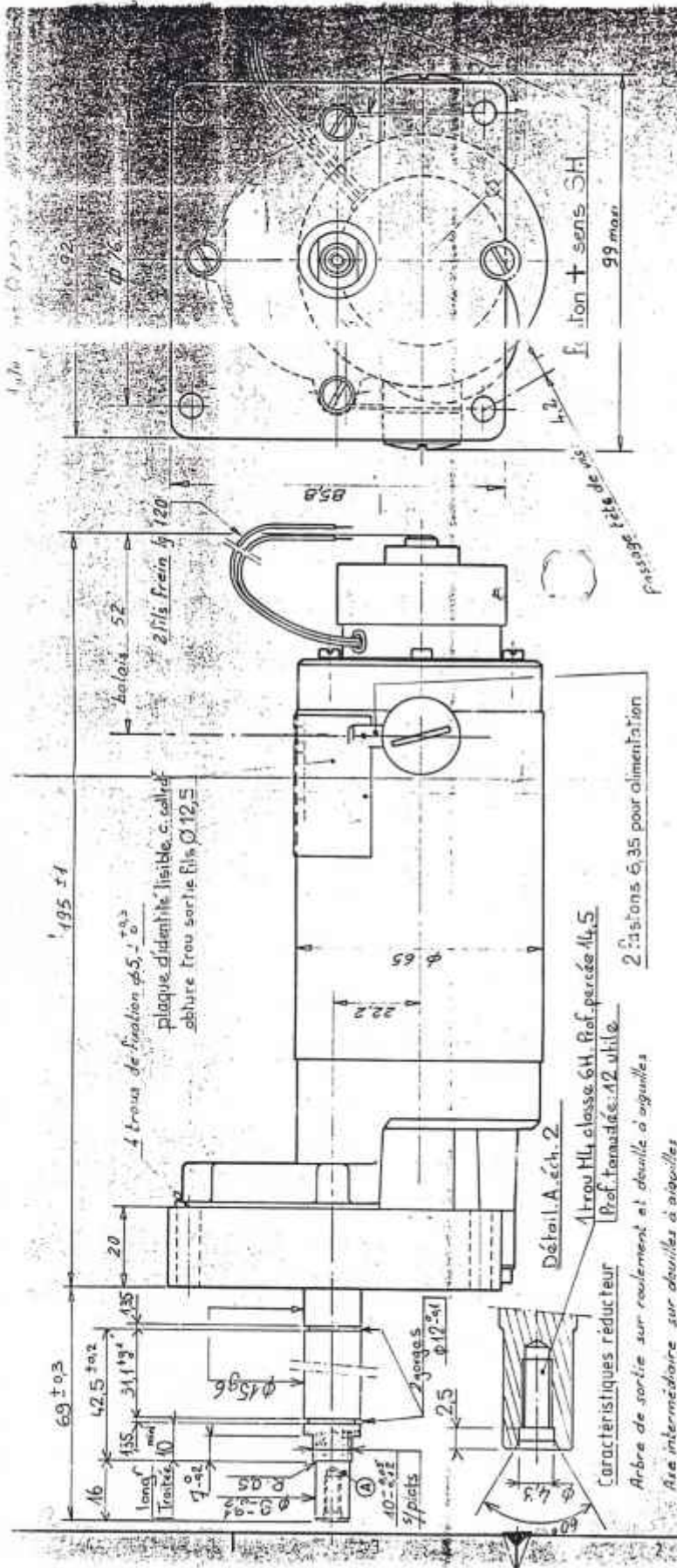
AJOMOOTTORIEN, SEISONTAJARRUJEN, KARAMOOTTORIN
 JA KÄYTTÖTUNTIMITTARIN KYTKENTÄ



OHJAUSLIITINTEN KYTKENTÄ, CW 2



KOEKÄYTTÖLAITTEEN AJOMOOTTORI



N°		045C045A044A	
MOTORED		MOTOR	
AFFECTATIONS		Sous assemblée	
PROTECTIONS		0	
Fournisseurs gén.		J5.13	
Fabrication		5.13	
N°		045C045A044A	
Moteur		045C045A044A	
Type		MOTORED	
Alimentation		24V CC	
Frein		à manivelle de courant	
Vitesse		1725, 19	
Réduction		158 ± 10 %	
Puissance		3550	
Moteur		MOTORED	
Type		MOTORED	
Alimentation		24V CC	
Frein		à manivelle de courant	
Vitesse		1725, 19	
Réduction		158 ± 10 %	
Puissance		3550	

Caractéristiques moteur

type permanent

Alimentation par batterie 24V CC

+ frein à manivelle de courant

Caractéristiques moteur

type permanent

Alimentation par batterie 24V CC

+ frein à manivelle de courant

Caractéristiques moteur

type permanent

Alimentation par batterie 24V CC

+ frein à manivelle de courant

MOTEUR	VITESSE en tr/mn	Réduction	1725, 19	158 ± 10 %
à vide	4000			
du coup.	50.13 daN		3550	

Bertrand Polico

18 av. de Merville St
B.P. 33 93001
Tél. 42.07.285

AP

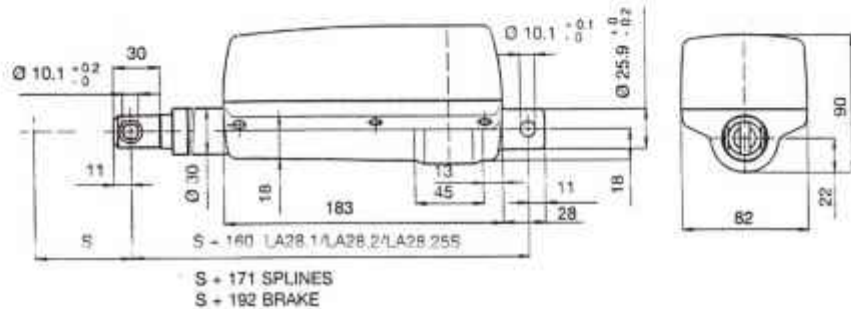
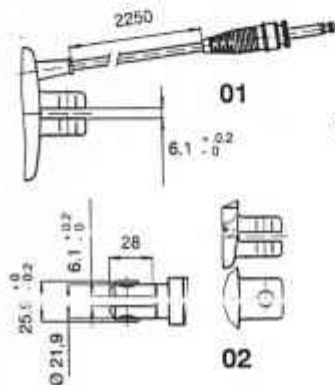
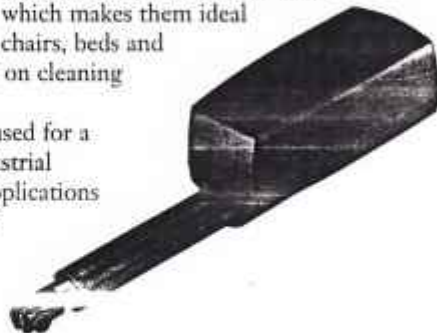
INDICATIONS

Rep. client: Faut. MICRO

045C045A044A

LA 28 and LA 28S actuators have a smooth, easily-cleaned outer case which makes them ideal for installations in chairs, beds and work surfaces, and on cleaning machines.

They can also be used for a wide range of industrial and agricultural applications such as ventilation control.



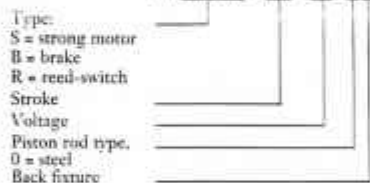
Type	Thrust max. (N)	Self. max. (N)	Speed max. (Typical values) (mm/s)	Stroke length							Duty cycle %	Max current (Typical values) const. 24 V
				100	150	200	250	300	350	400		
LA 28.1	2000	2000	7	100	150	200	250	300	350	400	10	2 A
LA 28.1R	2000	2000	7	100	150	200	250	300	350	400	10	2 A
LA 28.3SB	1500	1500	30	100	150	200	250	300	350	400	5	5 A
LA 28.3SB	2000	2000	23	100	150	200	250	300	350	400	5	5 A
LA 28.3S	3000	3000	10	100	150	200	250	300	350	400	5	5 A

Mentioned values: Typical values, measurements are made with actuator in connection with a stable power supply.

LA 28 and LA 28S

Ordering example:

LA 28.25SR - 150 - 24 - 0 01



Type of cable, colour and IP degree to be specified separately



The specifications and data in this publication are believed to be accurate and reliable. However, it is the responsibility of the purchaser to determine the suitability of LINAK products for a specific application.

LA 28 and 28 S

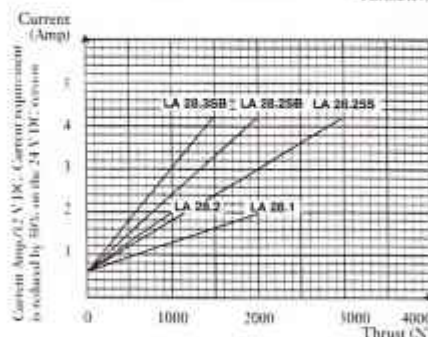
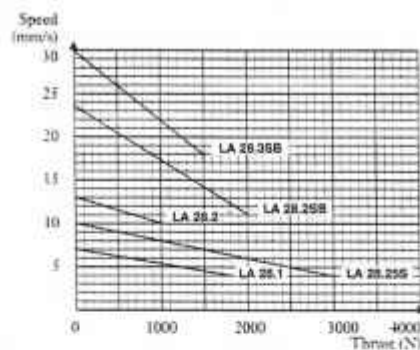
24 V DC. Max. thrust 3000 N

Features:

- 24 V DC permanent magnet motor
- Low noise level
- Stainless steel piston rod
- Elegant and compact design with small installation dimensions
- High-strength plastic housing protects motor and gear
- Available with S-motor, strong motor. Increases speed and strength
- 2.25 m straight cable with 6.3 mm Jack-plug, available with 0.2 m and 0.4 m coiled cable
- Standard protection class: IP 51
- Colour: black or grey
- Ambient temperature: 5°-40° C.

Options:

- Reed-switch
- Protection class: IP65 or IP66
- Brake-increased self-locking ability in LA28.2, LA 28.2S and LA 28.3S
- Spline function, can only push

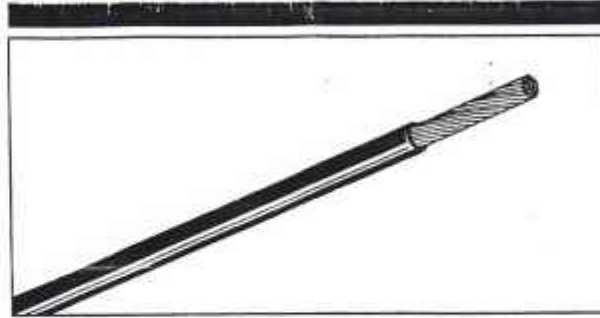


Above mentioned values are average values. The measurements are made with the actuators connected to a stable power supply (12/24 V DC).



21-04 06

Taipuisat muovieristeiset kytkentäjohdot
AJ

**KÄYTTÖ**

Enintään 75 V käyttöjännitteellä kiinteästi asennettuna ajoneuvojen sähkölaitteiden johdotukseen ja muiden sähkölaitteiden sisäiseen johdotukseen.

Käyttölämpötila: -40 °C...+70 °C

Pienin suositeltava taivutussäde:
— asennusvedossa 8xD
— lopullisessa asennuksessa kertataivutuksena 3xD
D=johdon ulkohalkaisija

Suurin sallittu asennusvetovoima: A×50 N/mm²
A=johdinten nimellinen poikkipinta

NIMELLISJÄNNITE

75 V

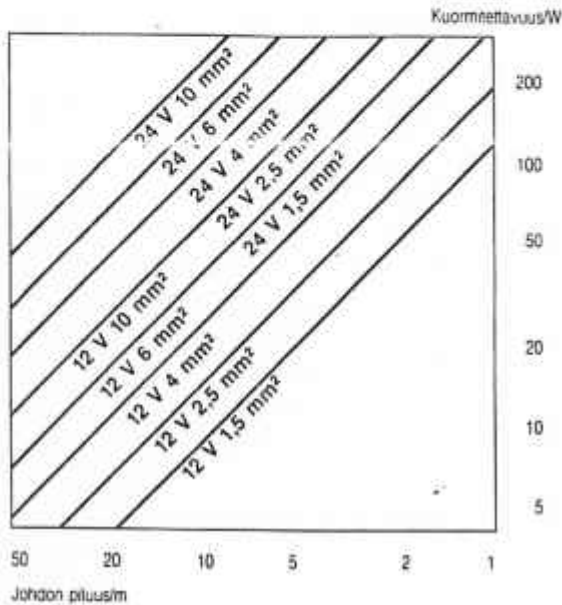
RAKENNE

Johdin Taipuisa hehkutettu hienolankainen kupari
Eristys PVC-muovi
— väritunnistus
— öljynkestoinen (DIN 72551)
— pakkasenkestoinen

Johtimen poikkipinta mm ²	Nimellinen ulkohalkaisija mm	Kokonasmassa kg/km	Johtimen tasavirtaresistanssi +20 °C, maks. Ω/km	Vakiotoimitus- pituus m	Värit
0,5	1,9	7	39,0	100/P0-rulla	MU, PU, SI, HA, VA, KE, RU, VI, VIO
0,75	2,0	9	26,0	100/P0-rulla	MU, PU, SI, HA, VA, KE, RU, VI, VIO
1,0	2,2	12	19,5	100/P0-rulla	MU, PU, SI, HA, VA, KE, RU, VI, VIO
1,5	2,7	18	13,3	100/P1-rulla	MU, PU, SI, HA, VA, KE, RU, VI, VIO
2,5	3,1	27	7,99	100/P1-rulla	MU, PU, SI, HA, VA, KE, RU, VI, VIO
4	3,7	42	4,95	50/P1-rulla	MU, PU, SI, HA, VA, KE
6	4,6	68	3,30	50/P1-rulla	MU, PU, SI, HA
10	6,6	115	1,91	100/renkas	MU, PU
16	7,5	160	1,21	100/renkas	MU, PU
25	9,5	270	0,780	50/renkas	MU, PU
35	11	370	0,554	50/renkas	MU, PU
50	13	540	0,386	50/renkas	MU, PU
70	15	750	0,272	50/renkas	MU, PU

YLEISTÄ

JOHDON POIKKIPINNAN VALINTA



Johdon pituus/kuormitettavuus, kun jännitehäviö on 1 %. Oletettu ominaisresistanssi on 21 Ω mm²/km. Esimerkiksi ajovaloissa 5 % jännitehäviö johdoissa vähentää valovoimaa 17 %. Turvallisuuden kannalta on tärkeää, että valot valaisevat kunnolla.

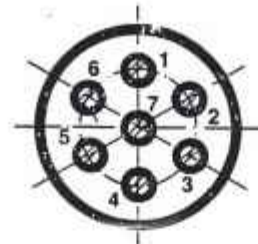
KÄYNNISTYSJOHDON VALINTA

Käynnistimimootorin teho kW	Kaapelin sallittu pituus/m				
	Kaapelin poikkipinta/mm ²				
	16	25	35	50	70
2.4	1.9	3.0	4.0	5.7	8.0
3.6	1.2	2.0	2.7	3.8	5.4
4.8	—	1.4	2.0	2.8	4.0
6.0	—	1.1	1.6	2.3	3.2

Käynnistimimootorille voidaan sallia n. 4 % jännitehäviö. Tällöin teho on vastaavasti n. 8 % alempi ja toiminta vielä luotettavaa. Oheinen taulukko kertoo kaapelin maksimipituuden eri tehoilla ja kaapelin poikkipinnoilla. Luvut pätevät 12 V akkujännitteellä. 24 V akkujännitteellä kaapelin pituudet ovat kaksinkertaisia.

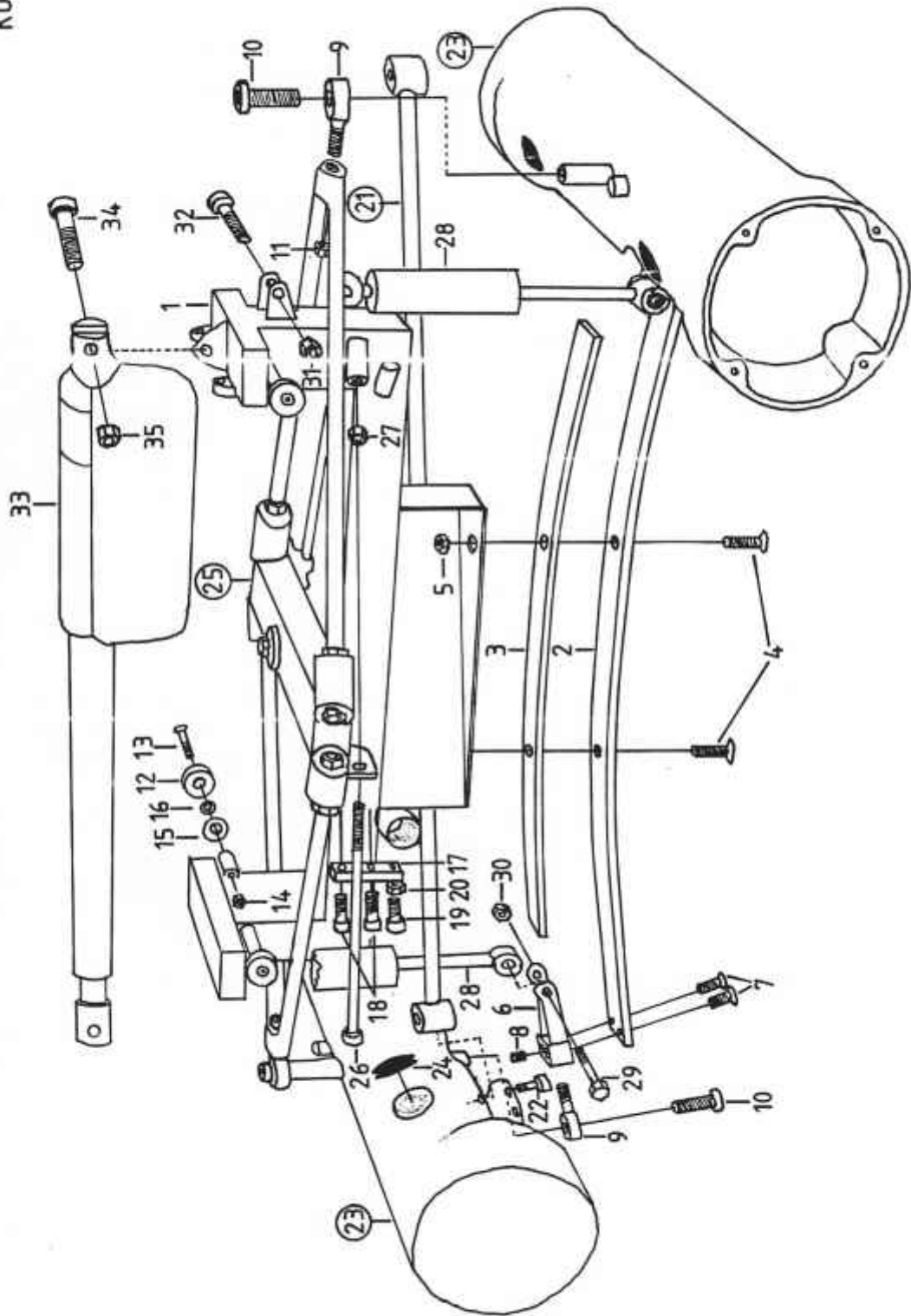
PERÄVAUNUN KYTKENTÄRASIA

Standardin SFS 2471/20.01.1989 mukaan. AJMY 7x1.5 mm² on ko. värijärjestelmän mukainen.

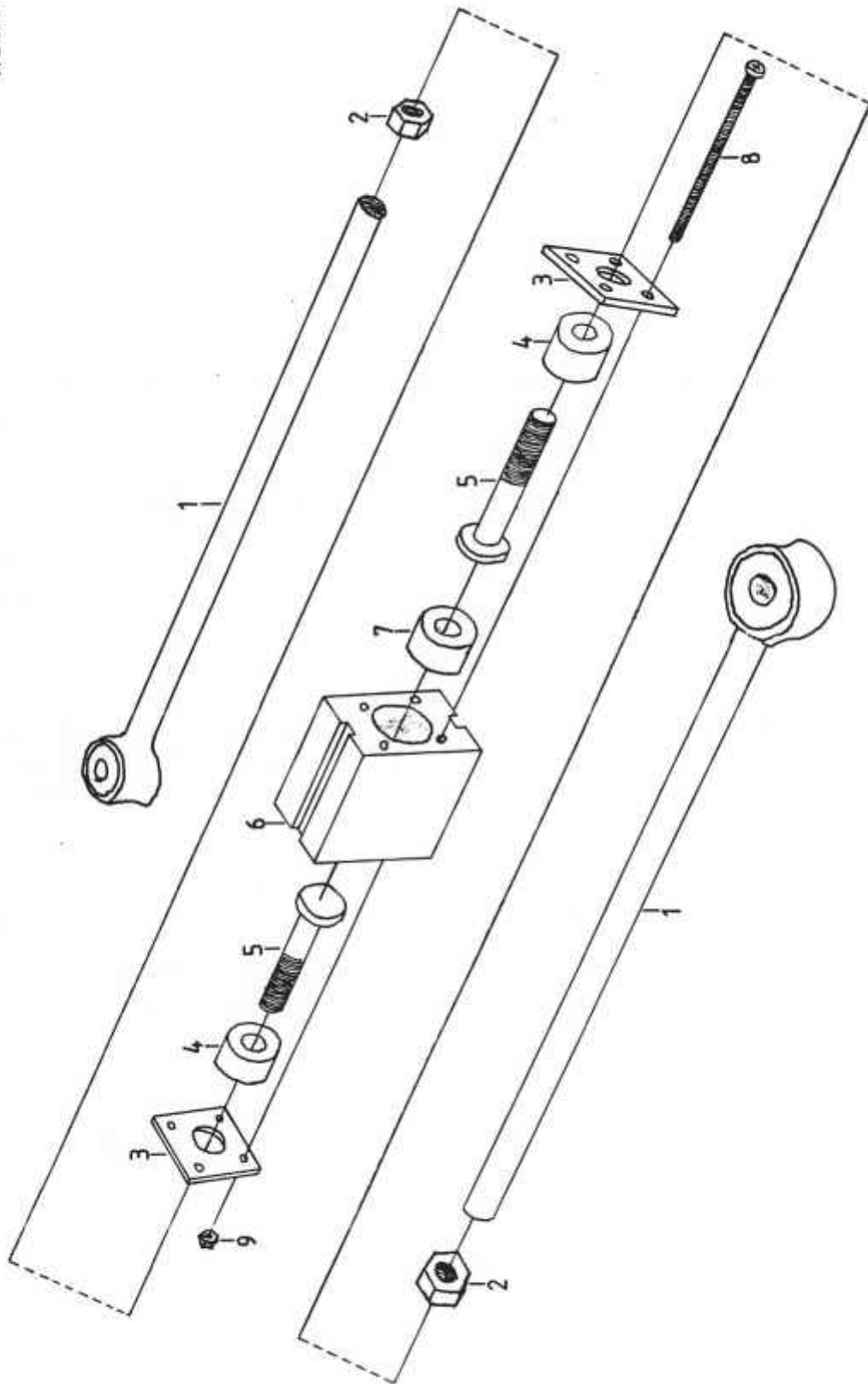


LIITÄNTÄ NRO	VIRTAPIIRI	JOHTIMEN VÄRI
1	Vasen suuntavalo	KE
2	Vapaa	SI
3	Maadoitus runkoon	VA
4	Oikea suuntavalo	VI
5	Oikea taka- ja äänivalo sekä rekistenkiven valo	RU
6	Jarruvalot	PU
7	Vasen taka- ja äänivalo	MU

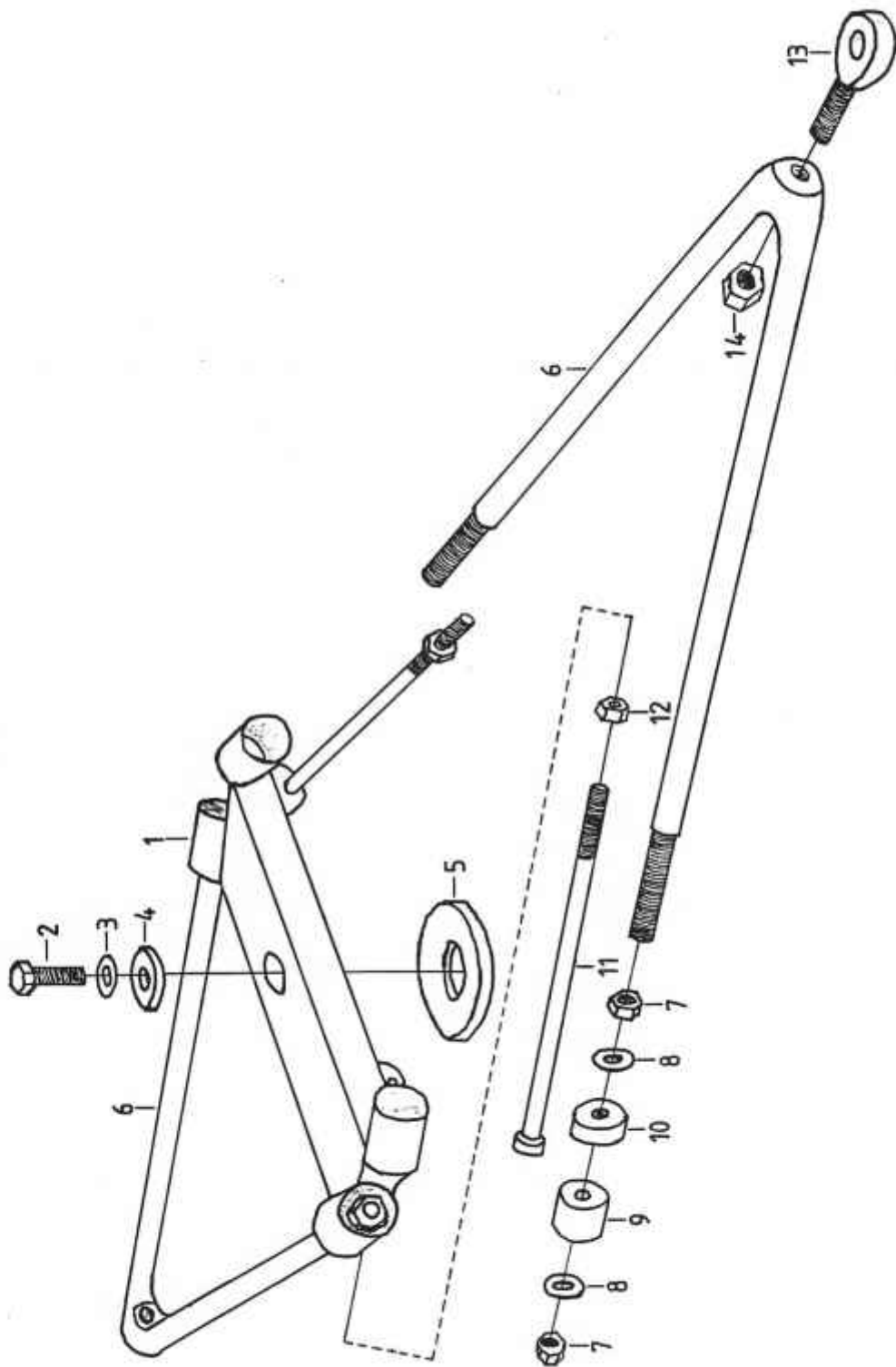
KUVA 1

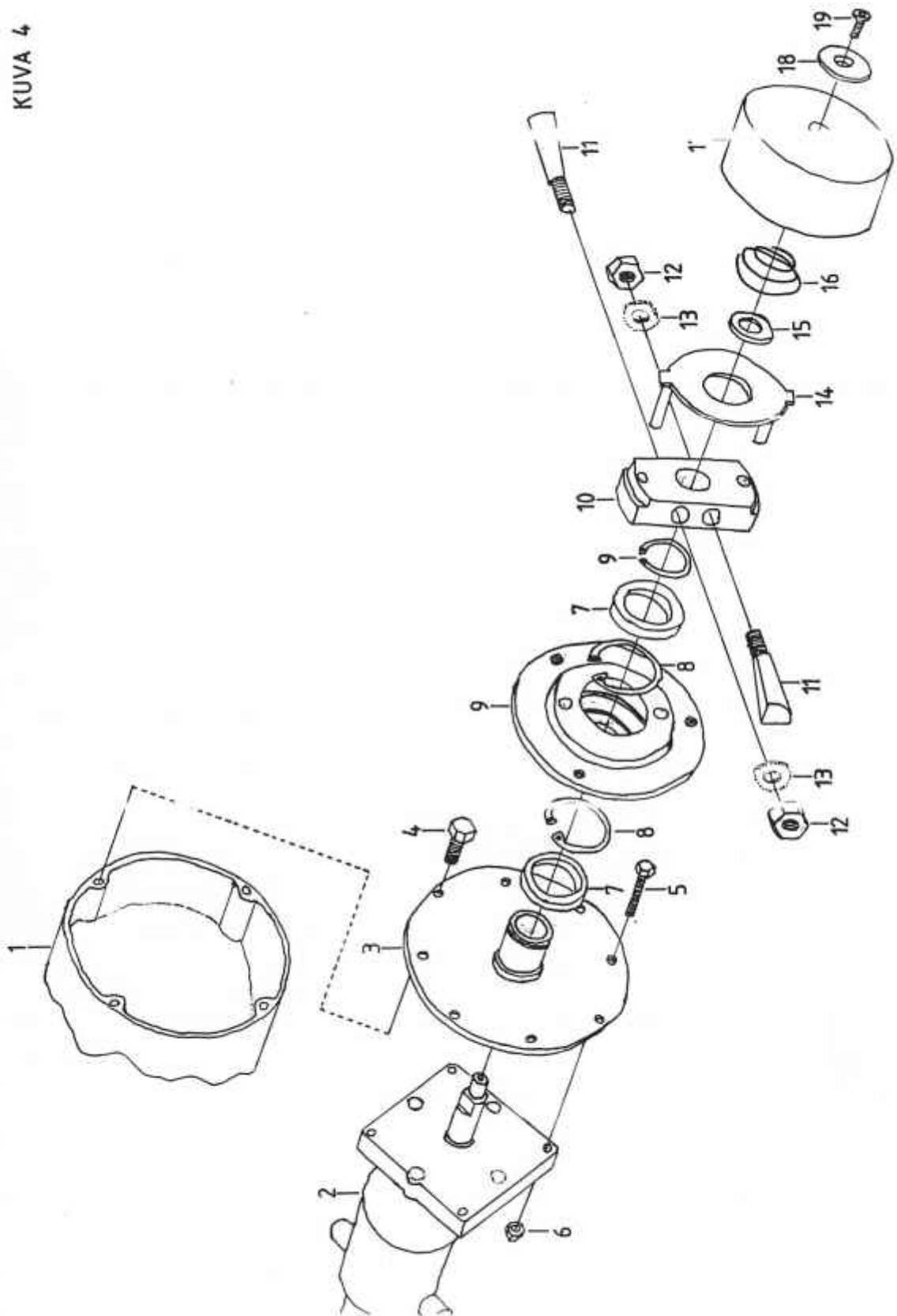


KUVA 2

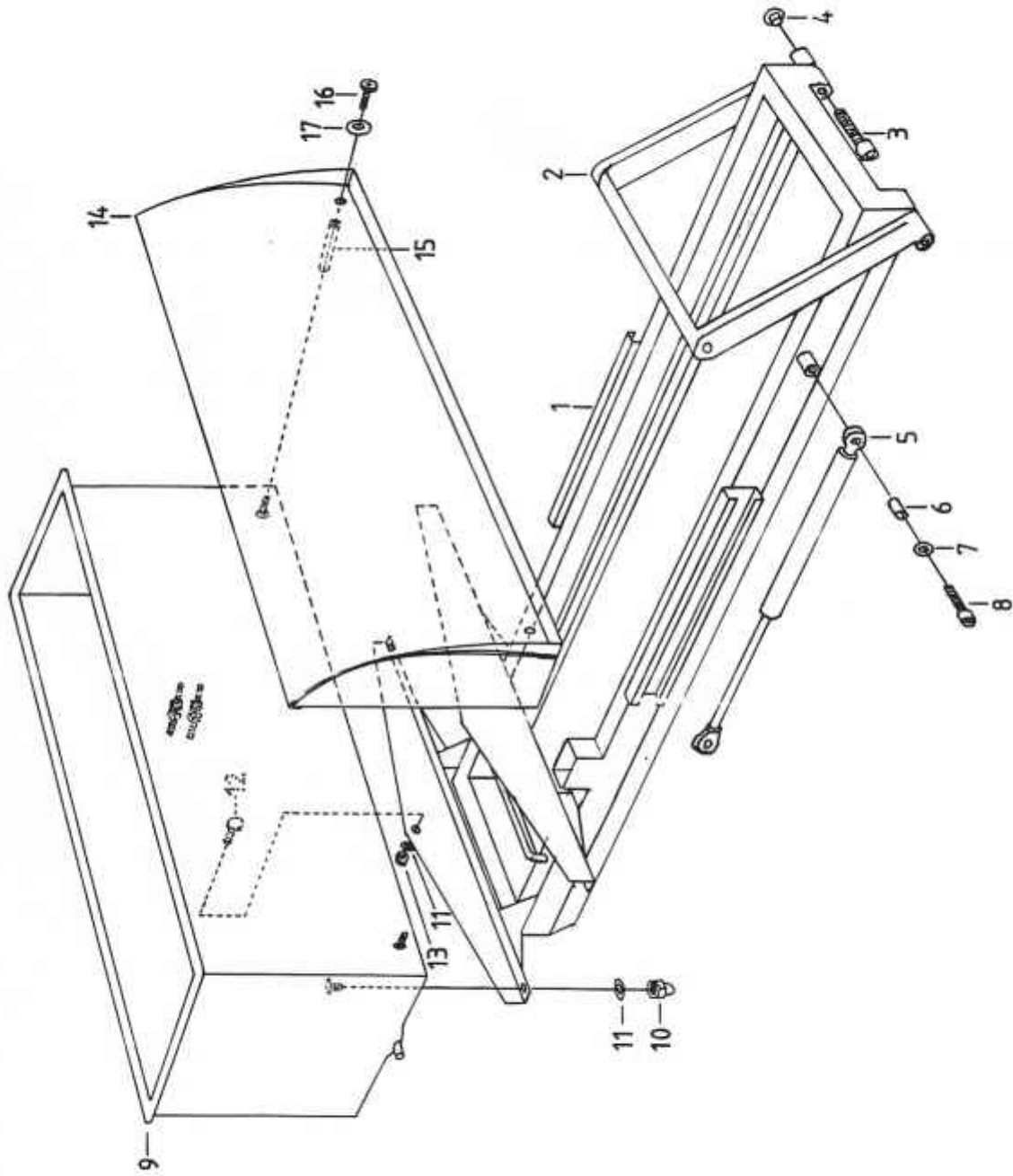


KUVA 3

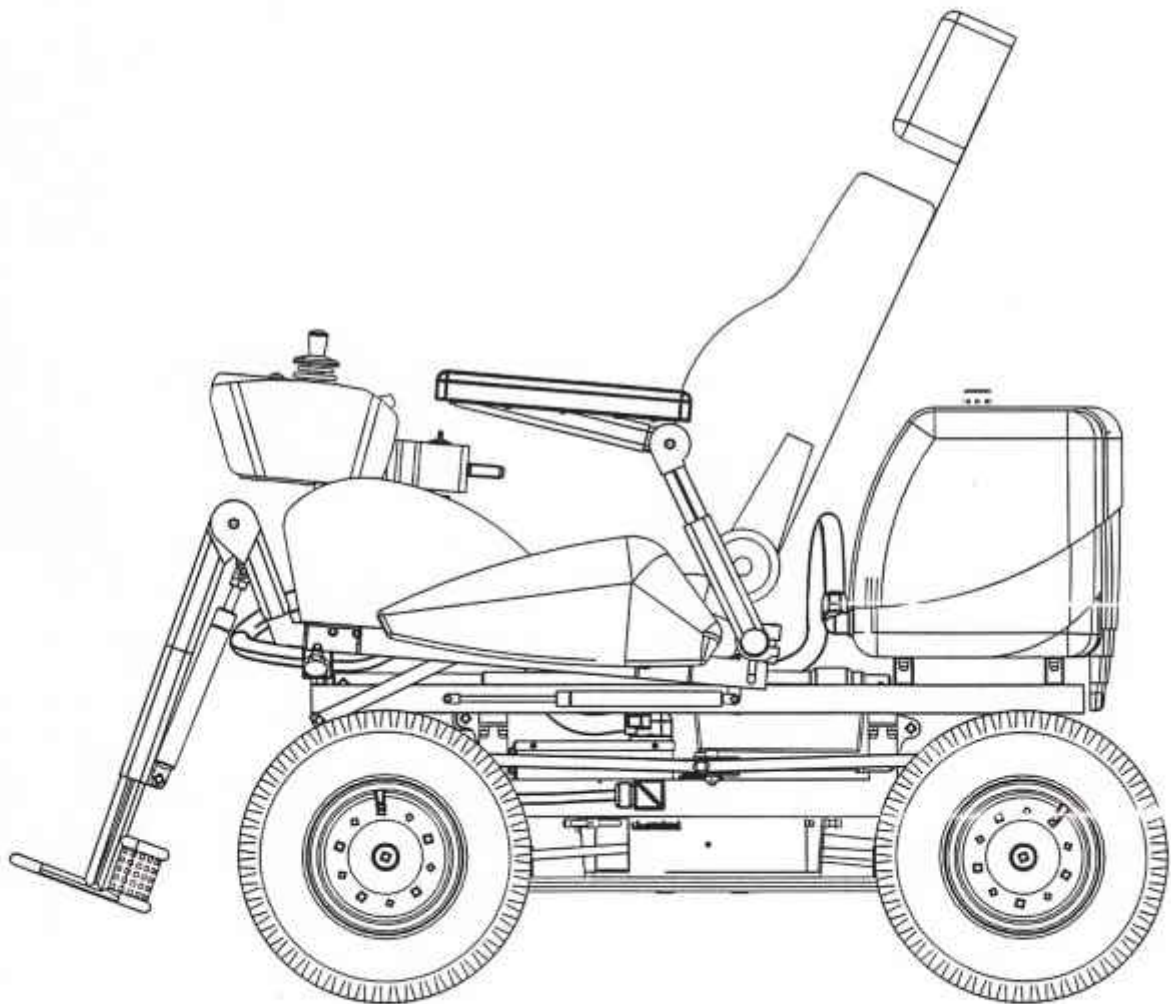


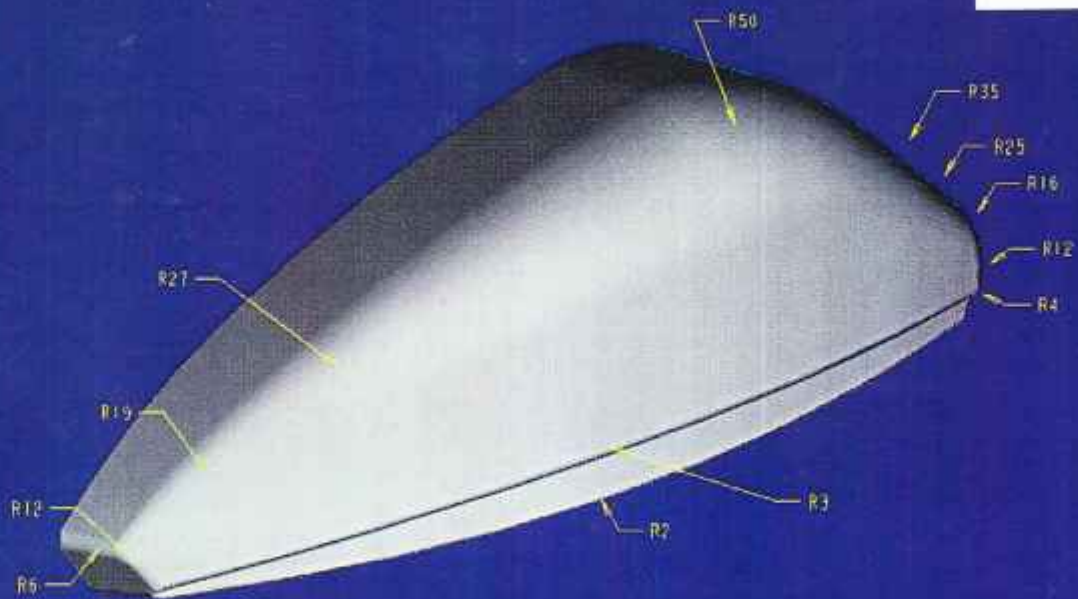


KUVA 5



CAD-kuva tuotantomallista (Hannu Reiman)



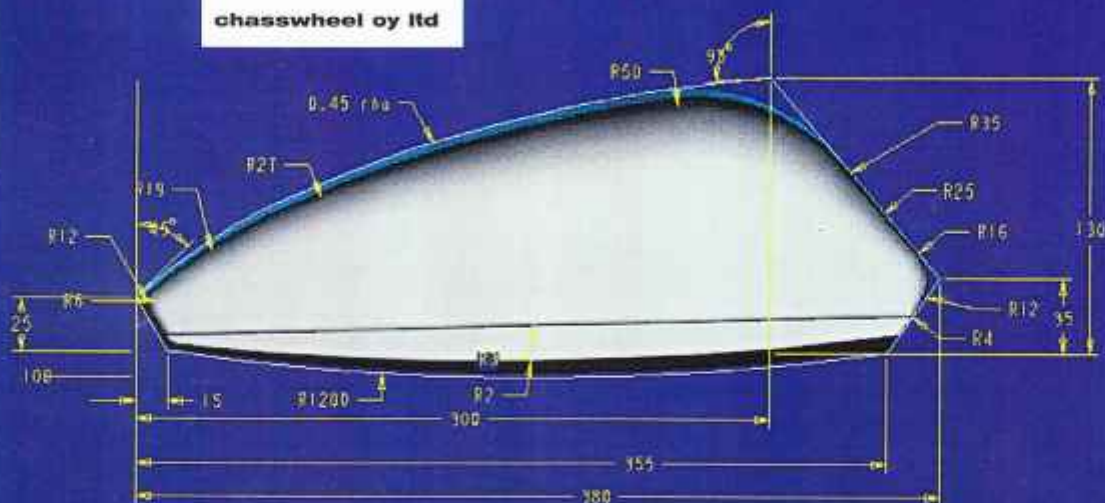


sptuoli projekti

työryhmä:

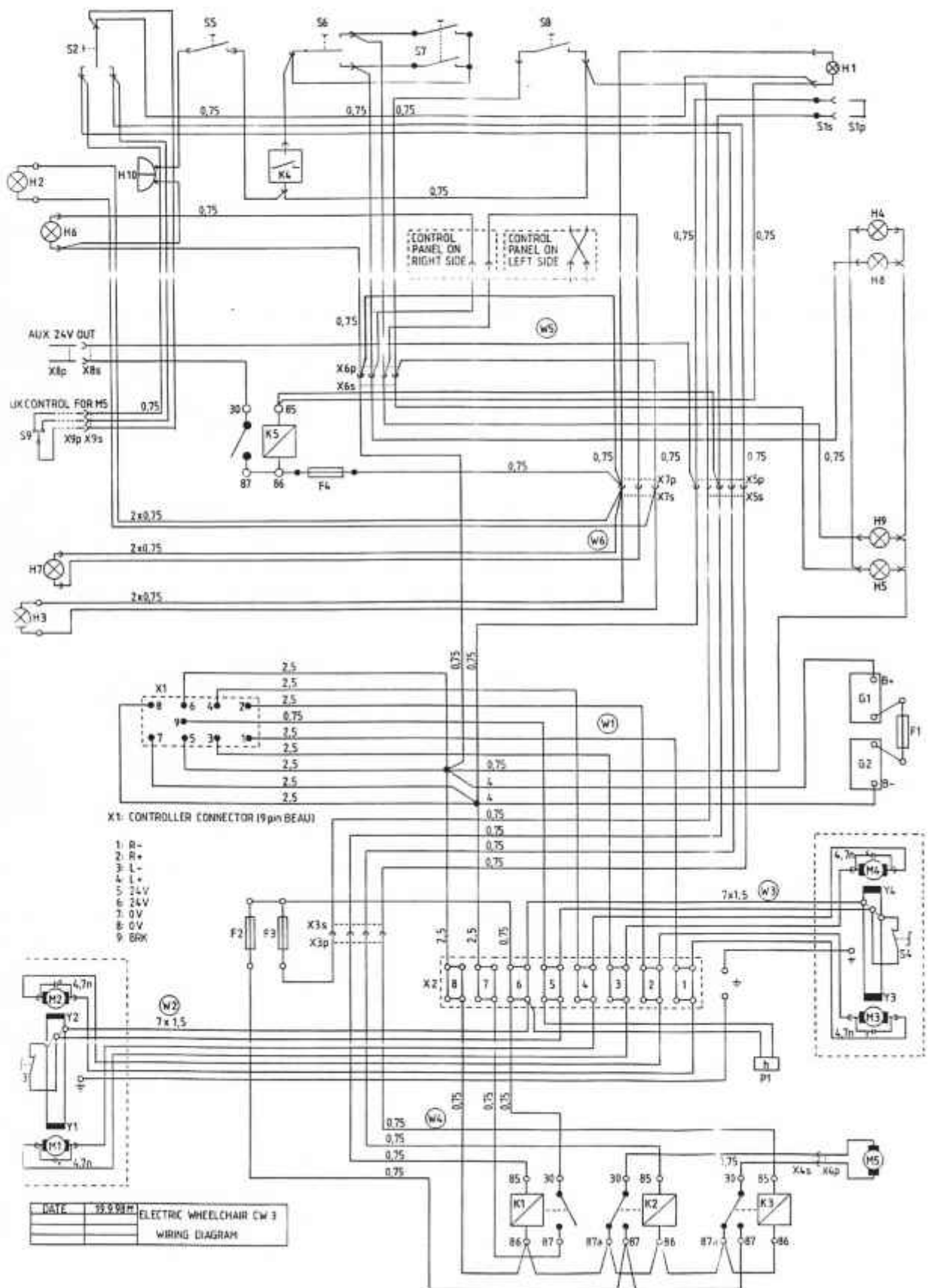
pekka majanen
petteri huolari
jussi wright
petri matvoinen

chasswheel oy ltd



X.X +0.1
X.XX +0.01
X.XXX +0.001
ANG. +0.5

TUOTANTOMALLIN PIIRIKAAVIO



DRAWING NUMBER
D49500

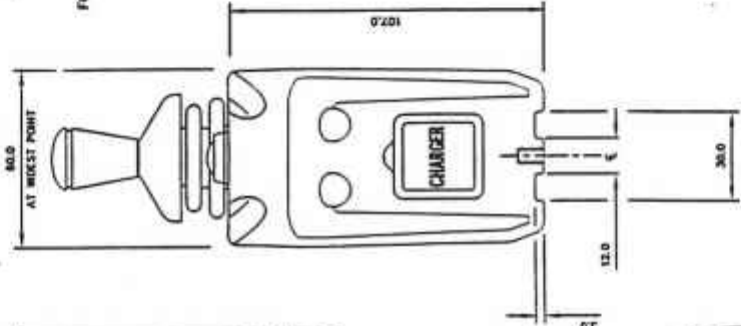
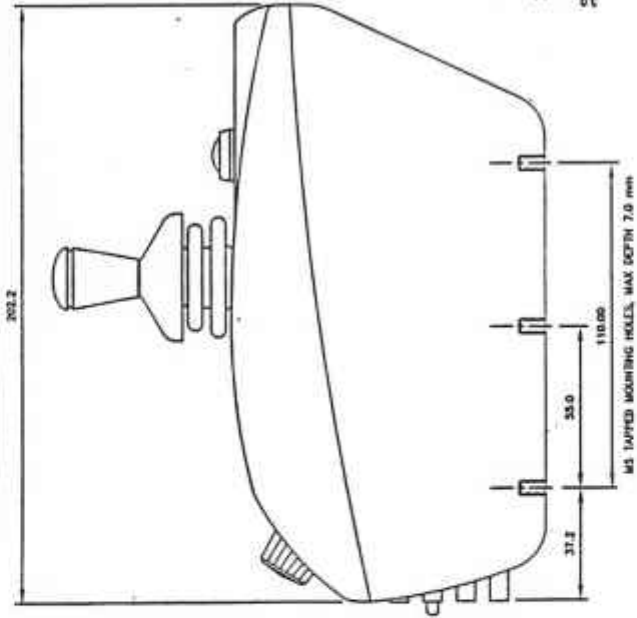
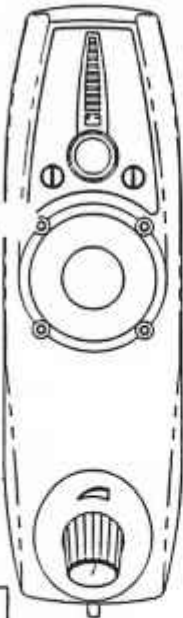
ETRA
elektronikka
ETOLA-YHTIÖT
Lampullie 2, 00740 Heisinki
Puh. (09)366 366, Fax (09)369 368

CHARGER / PROGRAMMER SOCKET CONNECTION DETAILS

48V D.C. 3.0000 BRAKE OUTPUT

CHARGER / PROGRAMMER SOCKET CONNECTION DETAILS

CHARGER: 24V DC, 50 MA
WARRANTY: CONNECT TO PIN 1, 4 PIN 2



SPECIFICATION
(@ 24V D.C. 50 MA ONLY +40°C AMBIENT TEMP.)
FOR FURTHER SPECIFICATION CONSULT PENNY & GILES RIVES TECHNOLOGY LTD.

- * SUPPLY VOLTAGE 24V DC 10A
- * OPERATING VOLTAGE RANGE 18V DC TO 28V DC
- * PEAK VOLTAGE 33V DC
- * REVERSE BATTERY PROTECTION 40V DC
- * PWM FREQUENCY 20KHz ± 5%
- * SOLENOID BREAK CURRENT 1A MAX. 00ma MKL
- * TRUCK CHARGE BATTERY LEVEL 10 STEPS DIGITAL
- * OPERATING TEMPERATURE -35°C TO +50°C
- * STORAGE TEMPERATURE -40°C TO +65°C
- * MOISTURE RESISTANCE IP54
- * WEIGHT 1.25kg AP-ROD
- * PROGRAMMER PPI

FACTORY PROGRAMMED SETTINGS

- * ACCELERATION 7
- * DECELERATION 7
- * TURN ACCELERATION 7
- * TURN DECELERATION 7
- * FORWARD SPEED MAX. 7
- * FORWARD SPEED MIN. 7
- * REVERSE SPEED 7
- * TURN SPEED 1 AX. 7
- * TURN SPEED 2 AX. 7
- * STEER CORRECT 0
- * SOFT REVERSE DECELERATION X
- * CURRENT LIMIT MAX. Amps
- * CURRENT LIMIT MIN. Amps
- * FOLDBACK TEMPERATURE °C
- * CURRENT STALL TIME seconds
- * CURRENT STALL FOLDBACK X
- * MOTOR COMPENSATION mV
- * TRUCK CHARGE BATTERY RESISTANCE mV
- * TRUCK CHARGE CALIBRATION 100
- * PARK BRAKE OFF Yes/No
- * FRONT WHEEL DRIVE Yes/No
- * MIN. ACCELERATION REDUCTION X
- * MIN. DECELERATION REDUCTION X
- * MIN. TURN ACCELERATION REDUCTION X
- * MIN. TURN DECELERATION REDUCTION X

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

© DESIGN RIGHTS RESERVED
SIZE A2
THIRD ANGLE PROJECTION TO BS308

Penny Giles
RIVES TECHNOLOGY LTD.
ALBERT ROAD, SOUTH WYCOMBE,
OXON, OX11 1AA, ENGLAND
TEL: (01295) 27111
FAX: (01295) 27111

ISSUE: 1
DATE: 1998
DRAWN BY: J.S.
CHECKED BY: J.S.
SCALE: 3:1
TITLE: PILOT POWERCHAIR CONTROLLE

MATERIAL: FANWOOD
FINISH: MATT BLACK

DRAWING NUMBER: **D: 9500**



RADOX 125 JOHTIMET JA KAAPELIT

Tärkein erikoiskaapeliryhmä on RADOX 125. johtimet ja kaapelit.

"RADOX 125" on H + S'n tuotenimi ristosilloitetulle sulamattomalle erikoiseristemuoville jonka se on itse kehittänyt.

KÄYTTÖKOHEET

RADOX-johtimien ja kaapelien tärkeimmät käyttöalueet ovat yleensä kohteet, joissa käyttölämpötila on tavaromaista korkeampi (125°C) tai alempi (-55°C) kuten invertterit, tehollähteet, erikoisajoneuvot, junat, jne.

ERISTE ON TÄYSIN HALOGEENIVAPAA.

Se ei muodosta palaessaan syövyttäviä kaasuja. RADOX 125 on itsesammuttava. RADOX 125 kaapeleita käytetään kaikkialla missä vaaditaan korkeaa turvallisuutta tulipalon varalta, esim. laivat, öljynporauslautat, sairaalat, voimalat, museot, ATK-huoneet jne.

PAKKASENKESTO

Kohteet, joissa kaapelia käytetään kylmissä olosuhteissa, on RADOX 125 oikea ratkaisu. Sen alin asennus- ja käyttölämpötila on -55°C.

VANHENEMINEN

Eristeaineen elinikä riippuu merkittävästi käyttölämpötilasta. PVC eristetty kaapelointi joudutaan uusimaan hyvin nopeasti, mikäli käyttölämpötila on korkea. Noin +100°C lämpötilassa on RADOX 125:n käyttöikä suuruusluokkaa 10 vuotta, kun PVC kaapeli pitää uusia jo noin 2 - 3 vuoden kuluttua.

Määrittäjä:

- Eristeen korkein käyttölämpötila on se missä sen elinikä on 20.000 tuntia.
- Elinikä on se aika jolloin aine on kovettunut niin paljon että sen eriste halkeilee kun johdin taivutetaan tiukasti itsensä ympäri. (Venymä kaksinkertainen.)

Ohjeellisenä eliniän muutoksena voidaan pitää sitä että se puolittuu kun lämpötila nousee 10°C ja kaksinkertaistuu kun lämpötila putoaa 10°C.

LÄMPÖTILA, °C	ELINIÄT, h	
	PVC	RADOX 125
95	40.000	160.00
105	20.000	80.000
115	10.000	40.000
125	Koska PVC sulaa sitä ei voi käyttää korkeammissa lämpötiloissa.	20.000
135		10.000
145		5.000
155		2.500
165		1.250
175		625
185		310
195		155
205		75

RADOX 125 KESTÄÄ MUUTTUMATTA 200°C LÄMPÖTILASSA YLI 3 VUOROKAUTTA, USEITA TUNTEJA YLI 250°C.

RADOX 125, TEHOELEKTRONIIKAN OMA JOHDIN

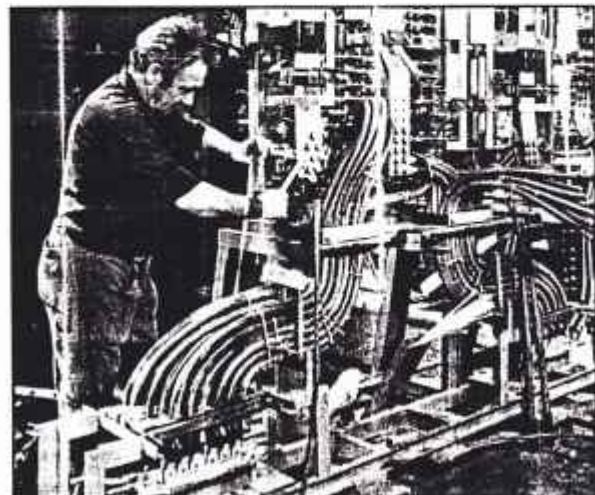
Radox 125 eristeiset johtimet ovat hyvin käyttökelpoisia tehoelektronikan sovellutuksissa. Johtimia ei tarvitse mitoittaa ylikuormituksen varalta. Ne kestävät hyvin niitä korkeita lämpötiloja joita syntyy oikosulku- tai vikatapauksissa. Johtimia on helppo kuoria ja käsitellä, koska PVC:lle tarkoitetut koneet ja terät sopivat. Johtimet ovat monisäikeisiä ja tinattuja.

Oikosulku- tai vikatapauksissa RADOX 125-eriste ei muodosta syövyttäviä kaasuja, kuten esimerkiksi palava PVC tekee. PVC:n muodostamat kaasut hapettavat kaikkia metallisia ja tekevät varsinkin releiden ja kytkimien toiminnat epävarmoiksi.

Johtimia on saatavana kahdelle jännitteelle, 300 V ja 600 V. 300 V eriste on ohuempi.

VARASTOMALLEJA OVAT MYÖS

UL 3266/CSA AWM I A/B, 300V ja UL 3289/CSA 1503, 600V.



REIKU-suojaletkut: Tekniset tiedot

Materiaali	Polyamid 6 (PA 6)	Polyamid 6 (PA 6)	Polyamid 6 (PA 6)	Polyamid 12 (PA 12)	Polyetyleeni (PE)	Termoplastinen elastomeri (TPE)
Laji	PA-R N ...	PA-R E ...	PA-R V ...	PA-R R ...	PE-R W ...	TP-R I ...
Rakenne	Vakio, keskivahva	Kevyt	Vahvistettu raskas	Robottikäyttöön, erittäin taipuisa	Pehmeä, kevyt	Keskivahva, erittäin taipuisa
Käyttökohteet	Kone-, laite- ja ajoneuvoteollisuus	Kone-, laite- ja ajoneuvoteollisuus	Koneenrakennus, kiskokalusto	Robotit	Sähkökeskukset	Ajoneuvoteollisuus, teollisuuslaitokset
Talvuteltavuus	Hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Erittäin hyvä	Hyvä	Hyvä/Erittäin hyvä
Puristus- kestoisuus	400 N/100 mm	250 N/100 mm	1000 N/100 mm	350 N/100 mm	200 N/100 mm	300 N/100 mm
Iakun- kestävyys	6 Joulea	2 Joulea	25 Joulea	5 Joulea	1 Joulea	3 Joulea
Lämpötila- alue	-40°C - +105°C +150°C lyhytaik. CSA-18°C - +60°C	-40°C - +120°C +150°C lyhytaik.	-40°C - +105°C +150°C lyhytaik.	-50°C - +85°C +150°C lyhytaik.	-40°C - +60°C	-30°C - +150°C +190°C lyhytaik.
Itsestään sammuva	halogeenivapaa	halogeenivapaa	halogeenivapaa	halogeenivapaa		halogeenivapaa
	V2 (V0), V0*	HB	V2 (V0), V0*	V2	V2	HB
Kemiallinen kestoisuus	Alkoholi, rasvat, mi- neraaliöljy, bensiini, dieselpolttoaine	Alkoholi, rasvat, mi- neraaliöljy, bensiini, dieselpolttoaine	Alkoholi, rasvat, mi- neraaliöljy, bensiini, dieselpolttoaine	Alkoholi, rasvat, mi- neraaliöljy, bensiini, dieselpolttoaine	emäkset	hapot ja emäkset öljyt ja hydraulii- nesteet
Väri	harmaa, musta	väritön, harmaa, musta	harmaa, musta	harmaa, musta	vaalean harmaa	musta

Yllä olevat arvot on testattu + 20°C lämpötilassa ja 50 % ilmankosteudessa (suhteellinen kosteus)
Suojaletkut ovat UV-säteilyä kestäviä.

Erikoisrakenteet; värit ja halkaisijat kysyttäessä.

Kotelointiluokka

Kaikkila tiivistettävä:

IP 65 to IP x8 (5 bar)

Ilman tiivistettävä:

IP 54